

**DISEÑO Y PROPUESTA DE UNA BIBLIOTECA DE MATERIALES PARA LA UNIVERSIDAD  
EAFIT**

**MARIA DEL MAR MONTOYA RAMIREZ  
LILIANA VILLA MESA**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO  
MEDELLIN  
2008**

**DISEÑO Y PROPUESTA DE UNA BIBLIOTECA DE MATERIALES PARA LA UNIVERSIDAD  
EAFIT**

**MARIA DEL MAR MONTOYA RAMIREZ  
LILIANA VILLA MESA**

**Proyecto de grado**

**Asesor  
Luis Fernando Patiño Santa  
Ingeniero de producción**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO  
MEDELLIN  
2008**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Medellín, 25 Abril 2008**

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estado del arte de las Bibliotecas de materiales en Colombia y el mundo. ....	30
Tabla 2. Materiales utilizados para el desarrollo de los proyectos de ingeniería de diseño.....	36
Tabla 3. Lista de materiales estructurales y sus proveedores en la ciudad de Medellín. ....	39
Tabla 4. Lista de materiales para acabados superficiales y sus respectivos proveedores en la ciudad de Medellín.....	42
Tabla 5. Proceso de selección de material en los procesos de diseño. ....	51
Tabla 6. Matriz morfológica del producto. ....	58
Tabla 7. Matriz morfológica del producto con sus rutas.....	58
Tabla 8. Especificaciones de Diseño del Producto.....	63
Tabla 9. Criterios de evaluación de la matriz morfológica. ....	65
Tabla 10. Matriz de evaluación de las alternativas propuestas. ....	88
Tabla 11. Tabla de Diseño de Detalles.....	103
Tabla 12. Tabla para consignar los resultados de pruebas de usuario de ergonomía. ....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Nike Jordan™.....	16
Imagen 2. "Iridescent Evolution" línea de productos electrónicos para Philips y Motorola por Target.....	16
Imagen 3. Uruku™ por Aveda Empaque de Cosméticos.....	17
Imagen 4. Metodología para el desarrollo del proyecto. ....	24
Imagen 5. Metodología para el desarrollo de la investigación.....	25
Imagen 6. Metodología para el desarrollo de la definición del usuario. ....	25
Imagen 7. Metodología para el desarrollo de la definición de funciones. ....	26
Imagen 8. Metodología para las especificaciones y requerimientos de diseño del producto. ....	26
Imagen 9. Metodología para la solución general. ....	27
Imagen 10. Estado del arte de las Bibliotecas de materiales. ....	31
Imagen 11. Estado del arte de los sistemas de exhibición. ....	32
Imagen 12. Moodboard de usuario. ....	45
Imagen 13. Moodboard de emociones del usuario.....	46
Imagen 14. Moodboard del contexto del usuario. ....	47
Imagen 15. Collage del referente formal.....	49
Imagen 16. Exploración formal del referente.....	50
Imagen 17. Amplitud del movimiento de cabeza y ojo en el plano vertical.....	53
Imagen 18. Campo visual en el plano horizontal.....	53
Imagen 19. Amplitud del movimiento de cabeza y ojo en el plano vertical, proyectado a 50 cm...	54
Imagen 20. Librería o biblioteca. Zona de exposición. ....	54
Imagen 21. Banco de trabajo.....	55
Imagen 22. Módulos de trabajo adyacentes. ....	55
Imagen 23. Caja negra del uso del producto. ....	56
Imagen 24. Caja negra del producto.....	57
Imagen 25. Estructura funcional del producto. ....	57

Imagen 26. Sketch de la alternativa 1. ....	66
Imagen 27. Exploración formal, ergonomía e isométrico de la Alternativa 1. ....	66
Imagen 28. Medidas básicas de la alternativa 1. ....	67
Imagen 29. Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 1. ....	67
Imagen 30. Sketch de la alternativa 2. ....	68
Imagen 31. Exploración formal, ergonomía e isométrico de la Alternativa 2. ....	69
Imagen 32. Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 2. ....	69
Imagen 33. Medidas básicas de la alternativa 2. ....	70
Imagen 34. Sketch de la alternativa 3. ....	71
Imagen 35. Exploración formal, ergonomía e isométrico de la alternativa 3. ....	71
Imagen 36. Medidas básicas de la alternativa 3. ....	72
Imagen 37. Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 3. ....	72
Imagen 38. Exploración formal del referente. ....	73
Imagen 39. Elementos selección para la composición del diseño gráfico. ....	74
Imagen 40. Fuentes preliminares para el nombre. ....	74
Imagen 41. Integración de los elementos escogidos con la fuente escogida. ....	75
Imagen 42. Evolución del Logotipo de la Biblioteca. ....	76
Imagen 43. Nombre de la biblioteca con el logotipo. ....	76
Imagen 44. Nombre y logotipo final de la Biblioteca. ....	76
Imagen 45. Diagramación de la ficha. ....	77
Imagen 46. Diagramación de la ficha que contiene la muestra física. ....	78
Imagen 47. Distribución del cajetín de información. ....	79
Imagen 48. Página de inicio del programa de búsqueda. ....	80
Imagen 49. Página de Búsqueda del programa de búsqueda. ....	80
Imagen 50. Página de Resultados del Programa de Búsqueda. ....	81
Imagen 51. Indicadores del tipo de material. ....	81
Imagen 52. Propuestas de imagen gráfica para la biblioteca de materiales. ....	82
Imagen 53. Página de inicio de búsqueda. ....	83

Imagen 54. Página de búsqueda por nombre o categoría.....	84
Imagen 55. Página de resultados con foto 1.....	84
Imagen 56. Pagina de resultados con foto 2.....	85
Imagen 57. Pagina de resultados con foto 3.....	85
Imagen 58. Ficha de ejemplo.....	86
Imagen 59. Modelación 3D de la propuesta base. Vista Isométrica (izq.) y Vista Trimétrica (der.).	89
Imagen 60. Modelación 3D de la propuesta base con menor cantidad de muestras. Vista Isométrica (izq.) y Vista Trimétrica (der.).	89
Imagen 61. Modelación de la propuesta final. ....	91
Imagen 62. Vistas de la propuesta final. ....	92
Imagen 63. Render de la propuesta final.....	93
Imagen 64. Render lateral derecho de la propuesta final. ....	93
Imagen 65. Render lateral de la propuesta final. ....	94
Imagen 66. Zoom de las ruedas delanteras. ....	95
Imagen 67. Zoom de las ruedas posteriores con freno. ....	95
Imagen 68. Zoom de los archivadores. ....	96
Imagen 69. Zoom de la mesa. ....	97
Imagen 70. Zoom de los soportes.....	98
Imagen 72. Zoom de la información y señalización desde el frente. ....	99
Imagen 71. Zoom de la información y la señalización. ....	99
Imagen 73. Zoom de la iluminación.....	100
Imagen 74. Zoom de los laterales. ....	100

Anexo 4. Planos.....	39
----------------------	----



## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE IMÁGENES	5
LISTA DE ANEXOS	8
CONTENIDO	9
GLOSARIO	11
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
ALCANCES Y PRODUCTOS	21
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	22
1.1 DEFINICIÓN DE LA BIBLIOTECA DE MATERIALES	22
1.2 INFLUENCIA DE LOS MATERIALES EN EL DISEÑO	22
1.3 LA INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO Y SU RELACIÓN CON LA BIBLIOTECA DE MATERIALES	23
1.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	23
2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	28
2.1 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.1.1. Estado del arte de las Bibliotecas de Materiales en Colombia y en el mundo	28
2.1.2. Consideraciones para la selección de los materiales que harán parte de la biblioteca de materiales	33
2.2 DEFINICIÓN DE USUARIO	43
2.2.1 Definición de un referente para exploración formal	48
2.2.2 Influencia de una Biblioteca de Materiales en el desarrollo profesional de un Ingeniero de Diseño	48
2.2.3 Ergonomía del usuario	52
2.3 DEFINICIÓN DE FUNCIONES	56
2.3.1 Caja negra	56
2.3.2 Estructura funcional	57
2.3.3 Matriz morfológica	58
2.3.4 Rutas de la matriz Morfológica	58
2.4 ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DEL PRODUCTO	59
2.4.1 PDS (Especificaciones de Diseño de Producto)	59
2.4.2 Evaluación de las rutas de la Matriz Morfológica	64
2.5 GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS	65

2.5.1	Alternativas	65
2.6	DISEÑO GRÁFICO	73
2.6.1	Nombre	74
2.6.2	Logo	75
2.6.3	Diseño de las fichas de información y muestras	77
2.6.4	Imagen gráfica para el programa de búsqueda de la Materioteca.	79
2.6.5	Imagen gráfica para indicaciones y comunicación dentro de la biblioteca	81
2.6.6	Ejemplo del proceso de búsqueda y ubicación de la información dentro de la Materioteca por parte del usuario	83
2.7	PROPUESTA DE RENOVACIÓN DE LAS MUESTRAS	87
2.8	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	87
2.9	SOLUCIÓN GENERAL	88
2.9.1	Definición de la propuesta	90
2.9.2	Modificaciones de la propuesta final	91
2.9.3	Modelación 3D	92
2.9.4	Diseño de detalle	94
2.10	PRUEBAS DE USUARIO	103
2.10.1	Pruebas de ergonomía	104
2.10.2	Prueba de uso	106
	CONCLUSIONES	110
	BIBLIOGRAFIA	112

## GLOSARIO

**Antropometría:** Ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano. Para alcanzar a conocer estas dimensiones del cuerpo humano se recurre a la estadística determinando aquellos valores que son considerados como promedio en un grupo específico de la población. Ej. Por países o regiones.

**Caja negra:** Herramienta del diseño conceptual en la cual se especifican las entradas y salidas del producto a diseñar, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

**Collage:** Técnica artística que consiste en ensamblar elementos diversos en un todo unificado. Utilizado como herramienta de diseño para definir gráficamente características del usuario, del entorno, así como emociones que se deban o quieran tener en cuenta para la definición del producto.

**Diferenciación:** Herramienta del mercadeo empleada desde el diseño de producto como estrategia para obtener ventajas competitivas, resaltando los atributos del producto en comparación con los de la competencia para posicionarse en la mente del consumidor como el número uno.

**Estado del arte:** Nivel de desarrollo conseguido en un momento determinado sobre cualquier aparato, técnica o campo científico.

**Estructura funcional:** Diagrama de bloques que representan las funciones que debe realizar el producto (independientemente de las soluciones que se adopten) y donde los enlaces representan los flujos de energía, materia e información entre las entradas, las salidas y las funciones.

**Exploración formal:** Actividad del proceso de diseño en la cual, partiendo de un referente de diseño, se extraen diferentes formas por medio de las cuales se constituirá o definirá la estética del producto.

**Isométrico:** Forma de proyección utilizada en el dibujo técnico que constituye una representación visual de un objeto tridimensional en dos dimensiones, en donde los tres ejes espaciales definen ángulos de 120° y las dimensiones de la realidad se miden en una misma escala sobre cada uno de ellos.

**Material:** Los materiales son sustancias de las que cualquier cosa o producto está compuesto. Por definición, con alguna propiedad útil, sea mecánica, eléctrica, óptica, térmica o magnética.

**Matriz morfológica:** Técnica combinatoria de ideación creativa consistente en descomponer un concepto o problema en sus elementos esenciales o estructuras básicas, en la cual se precisan diferentes portadores de función para cada una de las funciones definidas previamente en la estructura funcional.

**Módulo:** Componente de un sistema, el cual posee una interfaz bien definida hacia otros componentes. Un elemento es **modular** si es construido de manera tal que se facilite su ensamblaje, acomodamiento flexible y reparación de sus componentes.

**PDS: (Especificaciones de Diseño de Producto)** lista de requerimientos y especificaciones definidas para el producto a partir de los deseos y demandas del usuario.

**Proporción Aurea:** Es la división armónica de una segmento en media y extrema razón. Es decir, que el segmento menor es al segmento mayor, como este es a la totalidad. De esta manera se establece una relación de tamaños con la misma proporcionalidad entre el todo dividido en mayor y menor.

**Referente de diseño:** Elemento seleccionado durante el proceso de diseño como mecanismo de inspiración o punto de partida, a partir del cual se generan ideas, generalmente estéticas y formales para el diseño del producto.

**Sketch:** Boceto provisional en que se trazan o apuntan sin precisión los principales rasgos del diseño.

**Software CAD:** Herramienta computacional que asiste a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. Se trata de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, entre otros), con la que se puede operar y accionar a través de una interfaz gráfica y variable que permite diseñar modelos en dos o tres dimensiones a partir de los cuales pueden obtenerse planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto.

**Valor agregado:** Es el valor adicional que adquiere un producto al ser transformado durante el proceso productivo, de distribución o comercialización.

## RESUMEN

El presente documento recoge el proceso de diseño y desarrollo de una Biblioteca de Materiales o **Materioteca**, que se propone como herramienta pedagógica para la Universidad Eafit en su programa de Ingeniería de Diseño y/o carreras con materias que involucren el uso de materiales en el proceso de diseño de nuevos productos.

El documento se presenta ordenadamente de acuerdo con la metodología empleada, que está basada en el método de diseño de Nigel Cross, con el apoyo de herramientas del diseño conceptual aprendidas a lo largo de la carrera.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron diferentes actividades entre las que se encuentran etapas de investigación, generación de alternativas y su posterior análisis y materialización. La investigación realizada comprende una exploración del estado del arte de las bibliotecas de materiales existentes en el mundo, de sistemas de exhibición, así como un análisis de usuario que posteriormente llevaría a la definición de un referente a partir de unas emociones establecidas para el producto de acuerdo con el usuario.

Con el análisis de los resultados de la etapa de investigación se establecen las especificaciones de diseño de producto (PDS) que, junto con el referente, definen el producto en sus aspectos técnicos y formales.

Habiendo definido completamente el diseño de la **Materioteca**, se construyó un prototipo funcional al cual se le realizaron pruebas de usuario, cuyos resultados y conclusiones serán presentados en la sustentación del proyecto de grado.

## INTRODUCCIÓN

La selección de materiales en el proceso de diseño y su correspondencia con las especificaciones de diseño se ha convertido en una labor compleja para el Ingeniero de diseño de producto, por la variedad de materiales de los que se dispone actualmente y por la gran cantidad de información que se debe analizar antes de tomar la decisión correcta.

Los métodos de selección de materiales incluyen software, bases de datos, consultas con expertos, experiencia, y hasta la intuición. Una de las mejores alternativas para seleccionar materiales es disponer de ellos físicamente porque, además de tener presentes los atributos táctiles y visuales que definirán posteriormente el lenguaje del producto, es posible obtener información sobre los demás atributos como son los mecánicos y físicos.

Para un ingeniero de diseño de producto es difícil conocer en su totalidad los materiales de los que dispone en su entorno, sus aplicaciones y sus propiedades. El proceso de diseño puede iniciarse a partir de un material como fuente de inspiración o como respuesta a unos requerimientos técnicos específicos. Las muestras físicas son una fuente importante de información visual para el diseño porque permiten hacer una comparación entre los materiales que se tienen disponibles y de esta manera facilitar y agilizar la selección de un material que cumpla mejor con las especificaciones que se desean cumplir, además reducen el amplio número de materiales al acotar los más representativos facilitando la búsqueda.

En Europa y Estados Unidos existen bibliotecas de materiales que permiten a ingenieros y diseñadores explorar nuevas posibilidades dentro del proceso de diseño, estimulando la innovación en el desarrollo de productos con materiales que anteriormente no habían sido considerados.

Estas bibliotecas de materiales facilitan la búsqueda, el análisis y los requerimientos en la elección del material apropiado mediante la experiencia sensorial de tocar y aprender las características de un material directamente. Esta experiencia puede influir en la innovación de un proyecto de diseño porque le da características de diferenciación, mejor desempeño y mayores atributos estéticos, puesto que al hacer una comparación cuidadosa de todas las características de los materiales entre mecánicas, físicas, químicas y sensoriales se podrá garantizar un mayor éxito del proyecto.

## JUSTIFICACIÓN

El continuo desarrollo de las tecnologías en la industria en el siglo pasado trajo a su vez el avance y la invención de muchos materiales. Sin embargo, la información relacionada con estos nuevos materiales no era difundida ni existía un lugar donde se pudiera disponer de ella haciendo que los productos que se continuaban desarrollando en otros lugares siguieran utilizando los materiales que tenían a su alcance. El desarrollo de estos nuevos materiales permitiría innovar en cuanto a la función y la estética del producto y también en cuanto a las propiedades que un nuevo material pudiera darle a éste, dando como resultado el diseño de productos innovadores.

Pero la innovación no se da por sí sola, es necesaria la intervención de un individuo para su surgimiento y éste puede ser un diseñador o un ingeniero de diseño.

A través de los años se han desarrollado diferentes metodologías que sirven de herramienta para el proceso de diseño. Al indagar sobre dichas metodologías de diseño se encontró una constante en ellas, la necesidad de involucrar el material en alguna de sus etapas. Ya sea desde el momento de la inspiración o en el momento de materializar el diseño y llevarlo a la producción. Por eso se puede afirmar que la selección del material en el diseño de un producto puede determinar si éste es innovador, lo que lleva a la necesidad de tener los materiales al alcance durante el proceso de diseño. (La investigación de las metodologías analizadas y comparadas puede verse en el ANEXO 1. Metodologías de Diseño.)

Con la creación de la primera Biblioteca “física” de materiales ubicada en New York,<sup>1</sup> su fundador George M. Beylerian buscaba que todas las personas interesadas en desarrollar un nuevo producto tuvieran acceso a la información existente relacionada con los materiales, tanto nuevos como tradicionales. Así se hizo un aporte en el proceso de diseño al brindarle la posibilidad al diseñador de inspirarse a partir del material, a la vez que le proporcionaba la información necesaria relacionada con las características propias del mismo.

En el mercado actual, según Tom Osenton, la demanda de productos está muriendo, es decir, los consumidores tienen cada vez menos necesidades que requieren ser satisfechas, exigiendo a las empresas el desarrollo de productos innovadores que den al consumidor nuevas opciones, haciendo referencia a la innovación del producto desde su valor agregado y sus atributos diferenciadores y no desde la función, pues el consumidor se encuentra saturado con productos que no le permiten sentir que tiene alguna necesidad insatisfecha.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.materialconnexion.com/PB4.asp>

<sup>2</sup> OSENTON, T. (2004). *The Death of Demand: Finding Growth in a Saturated Global Economy*. Financial Times Prentice Hall.

Estas características de diferenciación y valor agregado pueden dársele al producto a través del material, al transmitir las propiedades y características innovadoras de éste al producto.

Las bibliotecas de materiales facilitan al diseñador la buena selección del material para el producto en función de lo que se quiera transmitir con él.

Como ejemplo se puede mencionar el trabajo que ha desarrollado *Material Connexion*<sup>3</sup> con empresas como Nike, Aveda, Target.

Para Nike utilizaron nuevos materiales para el desarrollo de una nueva serie de Tenis *Nike Jordan* utilizando monofilamentos envueltos que normalmente son usados para recubrimientos y protección de cables. Brindando flexibilidad y comodidad sin hacer presión sobre el pie, además de eliminar los cordones en el zapato, Nike logró vender más de cinco millones de pares de este producto.



**Imagen 1.** Nike Jordan™<sup>4</sup>.

Target, en el desarrollo de productos para Phillips y Motorola, encontró en Material Connexion un nuevo material llamado ChromaFlair que tiene la propiedad de dar visos de diferentes colores dependiendo del ángulo desde donde se observe.



**Imagen 2.** "Iridescent Evolution" línea de productos electrónicos para Philips y Motorola por Target<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> <http://www.materialconnexion.com/success.asp>

<sup>4</sup> <http://www.materialconnexion.com/nike.asp>

<sup>5</sup> <http://www.materialconnexion.com/target.asp>



La empresa de cosméticos Aveda creó una nueva línea de cosméticos inspirada en una tribu indígena de Suramérica, para la cual necesitaban diseñar un empaque que identificara el producto. Con la ayuda de Material Connexion encontraron una fibra vegetal que da al producto una textura y apariencia que comunica perfectamente lo que el producto desea transmitir. Además de esto, el material se adapta a las condiciones de producción que tienen en la empresa. Con este producto la empresa ganó el premio *The International Package Design Award* en la categoría "Cosmetic Leader".



**Imagen 3.** Uruku™ por Aveda Empaque de Cosméticos<sup>6</sup>.

Con estos ejemplos se pueden evidenciar los beneficios de tener al alcance información relacionada con los materiales existentes a la hora de diseñar un producto. Esta información, contenida dentro de una biblioteca de materiales contribuye al proceso de diseño porque, al observar el material, es tenida en cuenta para la función, apariencia y producción del producto. Así mismo, se puede afirmar que la biblioteca de materiales debe considerarse como una herramienta de aprendizaje porque a medida que se desarrollan proyectos académicos, teniendo en cuenta la influencia del material en todo el proceso de diseño, se genera en el estudiante experiencia para el desarrollo de proyectos profesionales futuros.

Es por esto que se propone una biblioteca de materiales para el edificio de ingenierías de la Universidad EAFIT próximo a ser construido. Una biblioteca donde sea posible encontrar información relacionada con materiales para el diseño y desarrollo de productos y que dicha información esté asociada a una muestra física a la cual se pueda acceder con todos los sentidos, es decir, se pueda ver, tocar y oler. Las muestras estarán ubicadas de forma ordenada para poder hacer comparaciones entre los diferentes materiales. La información asociada a cada muestra debe dar cuenta, al menos, de sus propiedades físicas más importantes, de un lugar donde se pueda adquirir el material y bibliografía de referencia donde profundizar.

Con esta Biblioteca de materiales se busca optimizar la selección de materiales en el proceso de diseño tanto de estudiantes como de egresados, mejorando de esta manera el resultado final de proyectos y productos.

---

<sup>6</sup> <http://www.materialconnexion.com/aveda.asp>



## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una biblioteca de materiales para el programa de Ingeniería de Diseño de la Universidad EAFIT y construir un prototipo de uno de los módulos de la biblioteca.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Recolectar materiales que se encuentren en Colombia, principalmente en la ciudad de Medellín, para usarlos como elemento principal de exposición en la biblioteca.
- Realizar una investigación acerca de las aplicaciones y principales características de los materiales que sirvan de apoyo para las muestras de materiales de la biblioteca.
- Diseñar un formato genérico para la exposición de los materiales que incluya una ficha de información útil y fácil de comprender.
- Diseñar la biblioteca de materiales teniendo en cuenta el PDS<sup>7</sup>.
- Construir un prototipo de uno de los módulos de la biblioteca de materiales y realizar pruebas de usuario.

---

<sup>7</sup> PDS: (Product Design Specification) Especificaciones de diseño de producto.

## **ALCANCES Y PRODUCTOS**

- Los materiales a utilizar para la biblioteca serán plásticos, metales, cerámicos y compuestos utilizados para el diseño de productos, los cuales se encuentren en el mercado nacional, con especial énfasis en la ciudad de Medellín.
- La recolección de materiales se hará en la ciudad de Medellín
- Elaborar un prototipo de un módulo de la biblioteca con material recolectado, clasificado y almacenado.
- Modelación 3D y planos del diseño de la biblioteca.
- Diseño gráfico de las fichas con la información técnica de los materiales.
- Diseño y desarrollo de la imagen gráfica y distribución de la información para un programa virtual para acceso a la información que contiene la biblioteca.
- Propuesta de renovación y actualización de materiales en la biblioteca de materiales.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 DEFINICIÓN DE LA BIBLIOTECA DE MATERIALES**

La palabra biblioteca viene de las palabras griegas *biblion* (libro) y *tekes* (caja). Literalmente sería "caja de libros" o de guardar libros, pero por extensión se sustituye "caja" por edificio, departamento o habitación. También se da el nombre de biblioteca a la colección o conjunto de dichos libros o al mueble que los contiene.<sup>8</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior, una biblioteca de materiales sería una caja de materiales, edificio o habitación de materiales, colección o conjunto de materiales o hasta un mueble que contiene materiales.

Se podría definir como un sistema de muestras físicas de materiales e información que permite hacer una selección de acuerdo con unas especificaciones técnicas y/o estéticas para el desarrollo de un producto.

Las bibliotecas de materiales son fuente de inspiración o de investigación que facilitarán los procesos creativos o sistemáticos que aplican los Ingenieros de diseño de producto en sus desarrollos, porque al tener las muestras físicas a su alcance pueden hacer comparaciones visuales para la apariencia del producto. También pueden hacer comparaciones técnicas, según los requerimientos en el desarrollo del producto, a partir de la información de las fichas donde se describen las propiedades de cada material.

### **1.2 INFLUENCIA DE LOS MATERIALES EN EL DISEÑO**

Una de las características que diferencia la especie humana de otras especies es la habilidad para diseñar – hacer cosas a partir de un material – y la habilidad para ver, en un objeto material, más que simplemente su forma externa.

Los ingenieros de diseño deben seleccionar las alternativas que mejor se acoplen a las necesidades actuales del mercado. Para esto, dichas alternativas deben tener en cuenta las fuerzas que influyen sobre las decisiones del mismo: las necesidades y deseos del mercado (brief), la inversión (estrategias de negocio), sostenibilidad (medio ambiente), estética (diseño industrial) y la ciencia (tecnología). Estas fuerzas se ven afectadas por la evolución de los materiales a través del tiempo, porque el material, al transmitir sus propiedades al producto, le otorga todas sus características, convirtiendo entonces un producto con un material innovador en un producto innovador.

---

<sup>8</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Biblioteca>

### **1.3 LA INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO Y SU RELACIÓN CON LA BIBLIOTECA DE MATERIALES**

Es importante para el desarrollo del proyecto, tener en cuenta qué es un ingeniero de diseño para identificar claramente sus necesidades y de esta manera lograr interpretar los requerimientos que harán que la biblioteca de materiales sea verdaderamente útil para el usuario.

“La Ingeniería de Diseño de Producto es el término empleado para definir la profesión de aquellas personas que diseñan y desarrollan productos desde el punto de vista del usuario final y la producción industrial. Fuera del rendimiento técnico y económico de los productos, éstos deben ser innovadores, fáciles de entender, de operar y capaces de generar una atracción visual y estética para competir en el mercado exitosamente. En la Ingeniería de Diseño de Producto se relacionan los elementos estéticos, visuales, funcionales y de ingeniería de un producto, así como los requerimientos de los procesos de manufactura, los materiales, los costos y las necesidades del usuario y el mercado”.<sup>9</sup>

En esta definición que presenta la Universidad Eafit se identifican elementos que desde el punto de vista del diseño no son negociables a la hora de establecer criterios que se deben tener en cuenta para lograr que la biblioteca de materiales sea una herramienta útil para el ingeniero de diseño. Entre ellos todo lo relacionado con el desarrollo de productos innovadores y atractivos tanto en su aspecto estético como funcional.

Para lograr productos que sean compatibles en su estética y funcionalidad es necesario tener en cuenta, desde el diseño, los materiales y los procesos productivos. Es decir, que el ingeniero de diseño debe tener siempre presente desde el inicio del diseño que la idea que está concibiendo sí sea realizable. Teniendo como herramienta en el proceso de diseño una biblioteca de materiales, el ingeniero de diseño tendrá a su alcance la información necesaria para establecer una buena relación entre la estética del producto y su función. Así mismo podrá tener en cuenta materiales innovadores o desconocidos para él, que de no ser por la biblioteca de materiales no habría considerado para su diseño.

### **1.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para el desarrollo del proyecto se siguió una metodología de diseño para facilitar el proceso, tanto a los diseñadores como a las personas encargadas de revisar el proyecto. Esto, además de definir los pasos que se seguirían a lo largo del proceso de diseño, especifica las herramientas utilizadas y los recursos necesarios en cada una de las etapas definidas. La metodología definida se muestra en la imagen 4.

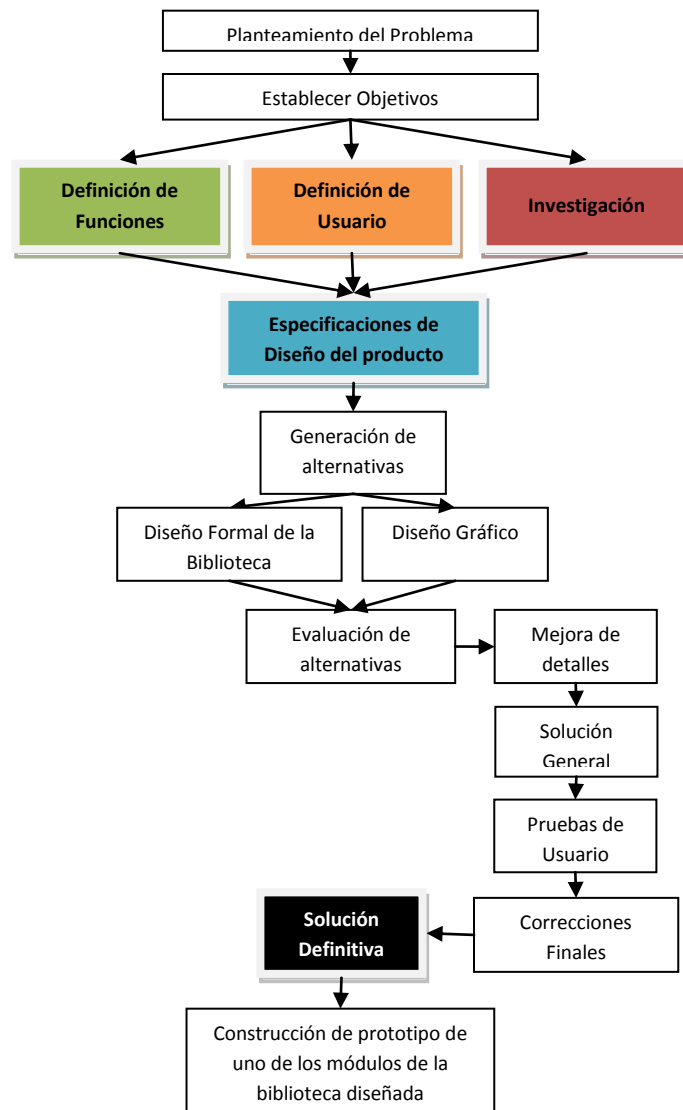
La metodología utilizada está basada en el método de diseño de Nigel Cross (Cross, 2001), con el apoyo de métodos de diseño creativos como moodboards, referentes formales, alfabetos visuales, entre otros; así como el uso de herramientas del diseño conceptual, como la caja negra,

---

<sup>9</sup> <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Ingenieria/Pregrados/IngenieriaDiseno/Index.htm>

la estructura funcional, la matriz morfológica y la definición de especificaciones y requerimientos por medio de un PDS.

En cada una de las etapas de la metodología se hace necesario el uso de herramientas o procesos secundarios que se explican a continuación.

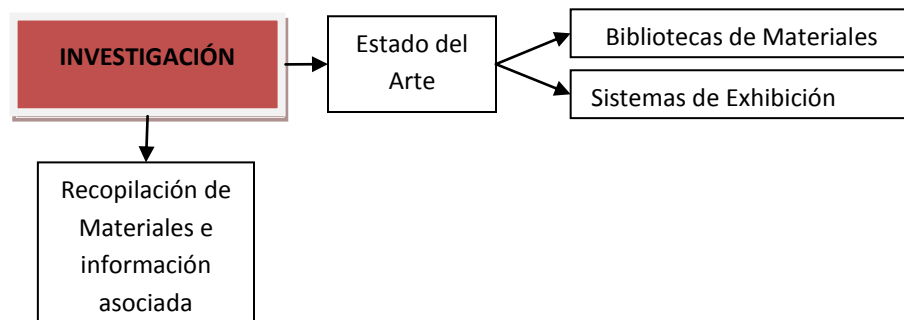


**Imagen 4.** Metodología para el desarrollo del proyecto.

En la etapa de investigación se realizó una recopilación de información sobre el estado del arte de las bibliotecas de materiales tanto en Colombia como otras partes del mundo. Al mismo tiempo se investigó sobre los sistemas de exhibición existentes, porque la biblioteca puede considerarse como una exposición constante y en evolución de los materiales más pertinentes para el ingeniero de diseño. La información recopilada se presenta en forma de collages, de manera que se facilite



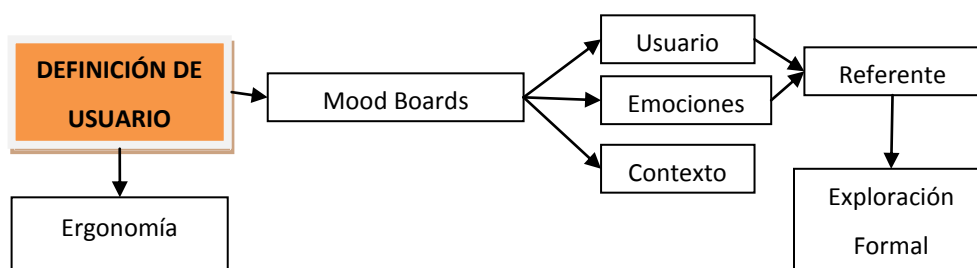
su uso para comparación, inspiración y como apoyo en la generación de alternativas. El esquema de la etapa de proceso de investigación se presenta en la imagen 5.



**Imagen 5.** Metodología para el desarrollo de la investigación.

La definición del usuario es una etapa clave en el proceso de diseño, dado que es el usuario quien proporciona información esencial para el diseño del proyecto. Es indispensable tanto para establecer características físicas como emocionales del producto. Para esta etapa se desarrollan mood boards que caracterizan al usuario y lo ubican en un contexto específico. Con esta información es posible definir un referente y con éste hacer una exploración formal, la cual serviría de apoyo para la caracterización formal del producto final, que es la biblioteca.

Además de esto es necesario también considerar las características ergonómicas del usuario para que la biblioteca sea apta para su uso. El esquema de la etapa de proceso de definición del usuario se presenta en la imagen 6.

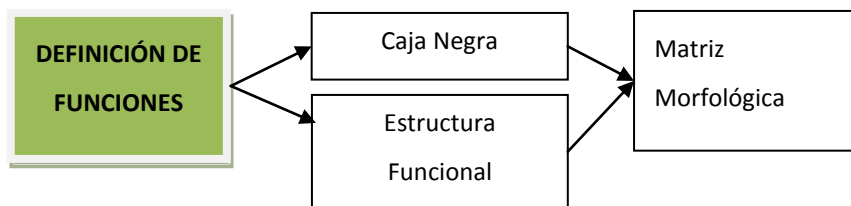


**Imagen 6.** Metodología para el desarrollo de la definición del usuario.

Desde el planteamiento del problema a solucionar con la creación de la biblioteca de materiales, se tuvieron presentes unas funciones esenciales que se desea que la biblioteca cumpla. Al mismo tiempo, a medida que se realizaba la investigación previa y se conocía más al usuario, surgían otras funciones que debían incluir en la biblioteca. Por esta razón se definieron estas funciones por medio de una caja negra donde se define la función principal de la biblioteca y luego, mediante

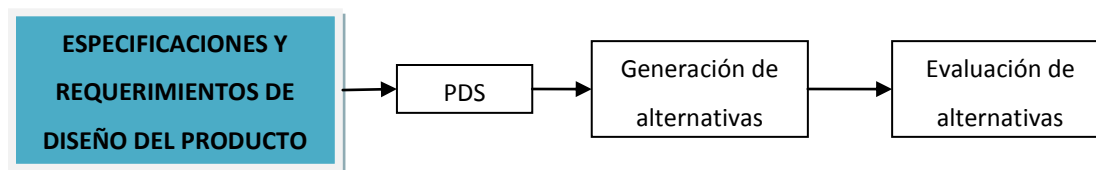
una estructura funcional, se definieron las funciones complementarias que harían que la biblioteca cumpliera todos los objetivos para la cual fue diseñada.

Teniendo definidas claramente estas funciones se describe una matriz de portadores de función donde se consideran los portadores de función más apropiados para el diseño del proyecto. Dicha matriz morfológica se evaluó posteriormente para seleccionar los portadores más apropiados para el diseño. El esquema de la etapa de proceso de definición de funciones se presenta en la imagen 7.



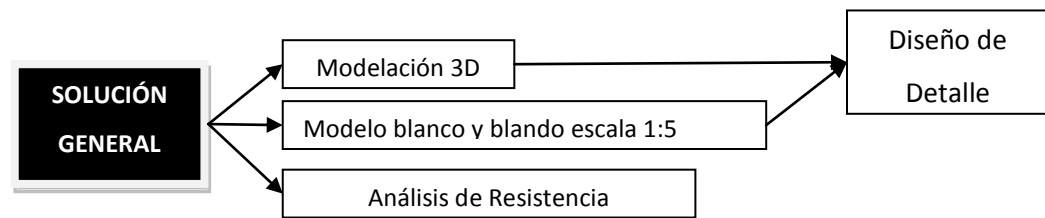
**Imagen 7.** Metodología para el desarrollo de la definición de funciones.

Luego de tener definidos el usuario y las funciones que debe cumplir la biblioteca, es posible expresar las especificaciones y los requerimientos en forma de PDS, de manera que sea posible, más adelante, tener criterios medibles para la evaluación de las alternativas propuestas. El esquema de la etapa de proceso de especificaciones y requerimientos del diseño del producto se presenta en la imagen 8.



**Imagen 8.** Metodología para las especificaciones y requerimientos de diseño del producto.

Finalmente, luego de tener una solución general de lo que sería el diseño final de la biblioteca se definieron más claramente los conceptos por medio de una modelación 3D y un modelo blando, blanco a escala, donde sea posible visualizar físicamente la composición de la biblioteca y de esta manera especificar por medio del diseño de detalle, los últimos pormenores del producto final. El esquema de la etapa de proceso de solución final se presenta en la imagen 9.



**Imagen 9.** Metodología para la solución general.

## 2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

### 2.1 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Estado del arte de las Bibliotecas de Materiales en Colombia y en el mundo

De acuerdo con una investigación previa sobre el estado del arte actual de las bibliotecas de materiales en el mundo y en Colombia, se encontraron diferentes formatos que se adaptan a la definición de biblioteca de materiales, entre los que se encuentran: bibliotecas de libros especializados en materiales, bibliotecas académicas especializadas en materiales, listas de materiales en software CAD, bibliotecas de materiales y colecciones propias de materiales.

Cada una de estas posee una configuración diferente de acuerdo con el público al cual está dirigida, que en su mayoría son diseñadores, arquitectos, decoradores y en general todos aquellos profesionales para los cuales los materiales constituyen una fuente importante de inspiración y desarrollo en la actividad de su profesión. (El documento completo con las Bibliotecas de materiales encontradas, se encuentra en el ANEXO 2. Bibliotecas de Materiales.)

Dentro de los elementos que componen cada una de las diferentes bibliotecas de materiales encontradas, se destacan las muestras físicas de materiales, colecciones de libros especializados, Software CAD, Elementos de inspiración para asesorías, entre otros. A continuación se presenta una tabla con las principales bibliotecas encontradas y sus características más importantes.

NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Biblioteca de materiales de la UNAM</b>	Biblioteca de libros especializados en materiales.	Universidad Autónoma de México. (Ciudad de México, México).	Material de apoyo del Instituto de investigaciones en materiales de la UNAM.	<ul style="list-style-type: none"><li>• 132 Lugares para usuarios.</li><li>• 146 estantes para el crecimiento de la colección.</li></ul>
<b>SIGEO (Sistema de Información de los Laboratorios de Geología)</b>	Colección y Base de datos de elementos geológicos.	Universidad EAFIT (Medellín, Colombia).	Material de apoyo de la Escuela de Geología e Ingeniería Civil de la Universidad EAFIT.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Software de consulta.</li><li>• Muestras físicas de rocas y minerales.</li><li>• Fotografías y demás recursos afines.</li><li>• Libros especializados para consulta.</li></ul>
<b>ARCLIB</b>	Biblioteca de materiales.	Universidad New South Wales. (Sydney, Australia).	Base de datos disponible para el personal y estudiantes de la facultad de construcción de ambientes de la Universidad.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pagina Web.</li><li>• Colección de materiales que va desde acabados de suelo y textiles hasta productos acústicos.</li></ul>

<b>Autodesk ImageStudio</b>	Software CAD.	Proveedor: <a href="http://www.autodesk.es">www.autodesk.es</a>	Configuración de materiales personalizables que permiten una variación ilimitada de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para renderizar.</li> <li>• Galería de diseños renderizados.</li> </ul>
<b>Material Connexion</b>	Biblioteca física de materiales.	Milan, Bangkok, Colonia y Nueva York.	Biblioteca de materiales perteneciente a la empresa de asesorías en diseño y uso de materiales Material Connexion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exhibiciones para arquitectos, artistas y diseñadores donde se presentan las últimas innovaciones en materiales.</li> <li>• Servicio en línea para consultas científicas acerca de materiales.</li> <li>• Página Web.</li> <li>• Suscripciones.</li> <li>• Servicios privados de consultoría.</li> <li>• Cuarto de lectura.</li> <li>• Muestras de materiales.</li> </ul>
<b>Materia e Inspiration Centre</b>	Base de datos Web y biblioteca de materiales.	<a href="http://www.materia.nl">www.materia.nl</a> , (Enter, Holanda)	Centro de consulta sobre materiales dirigido a diseñados industriales, diseñadores de interiores y arquitectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1500 muestras de materiales innovadores.</li> <li>• Biblioteca con más de 750 libros y revistas sobre materiales, arquitectura y diseño.</li> <li>• Sala de reunión para lectura, seminarios y sesiones de lluvia de ideas.</li> <li>• Equipo de arquitectos con conocimiento en materiales para consultorías.</li> <li>• Exhibiciones.</li> </ul>
<b>Materio</b>	Biblioteca de materiales.	(Paris, Francia).	Centro de información independiente sobre materiales y productos innovadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de materiales caracterizados.</li> <li>• Más de 500 referencias de productos.</li> <li>• Biblioteca de materiales virtual.</li> <li>• Exhibiciones de</li> </ul>

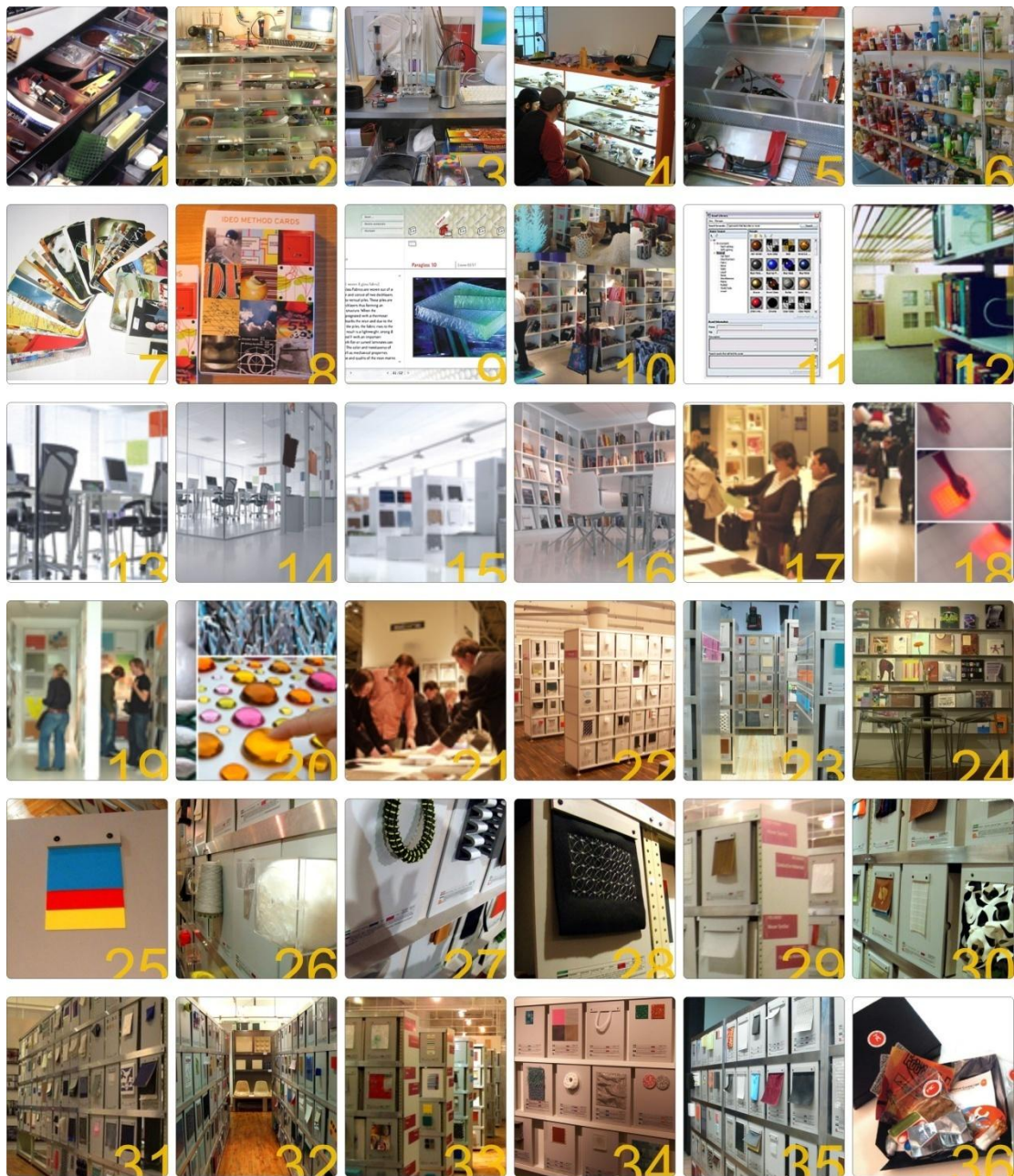
				materiales y productos innovadores. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Showroom.</li> </ul>
<b>Custom Material Box (Paquete de materiales personalizados).</b>	Colección propia de materiales.	Proveedor: Material Connexion.	Paquete de materiales personalizados a la medida de la empresa consultante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada muestra de material, contiene resumen con información del producto.</li> </ul>
<b>Tech Box</b>	Colección propia de materiales.	Proveedor: IDEO.	Fuente de inspiración para diseñadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja con varios cajones con diversos objetos que van desde telas inteligentes hasta mecanismos detallados y elementos con los mecanismos integrados.</li> <li>• Cada muestra esta etiquetada y enumerada.</li> </ul>

**Tabla 1.** Estado del arte de las Bibliotecas de materiales en Colombia y el mundo.

En la imagen 10 se presenta una serie de imágenes donde se pueden observar algunas bibliotecas de materiales tanto en su distribución interior, su relación con el usuario y detalles de las muestras físicas. Se presenta a modo de collage de manera que se puedan hacer evidentes las similitudes y diferencias entre ellas.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la biblioteca es la constante actualización de la información sobre los materiales, esto se apoya con el sistema de exhibición de muestras y la simpleza del diseño grafico que permite renovar la información.

En la imagen 11 se pueden observar diferentes tipos de perfiles, estanterías, cajones, entre otros que sirvieron como punto de referencia para el diseño de la biblioteca.

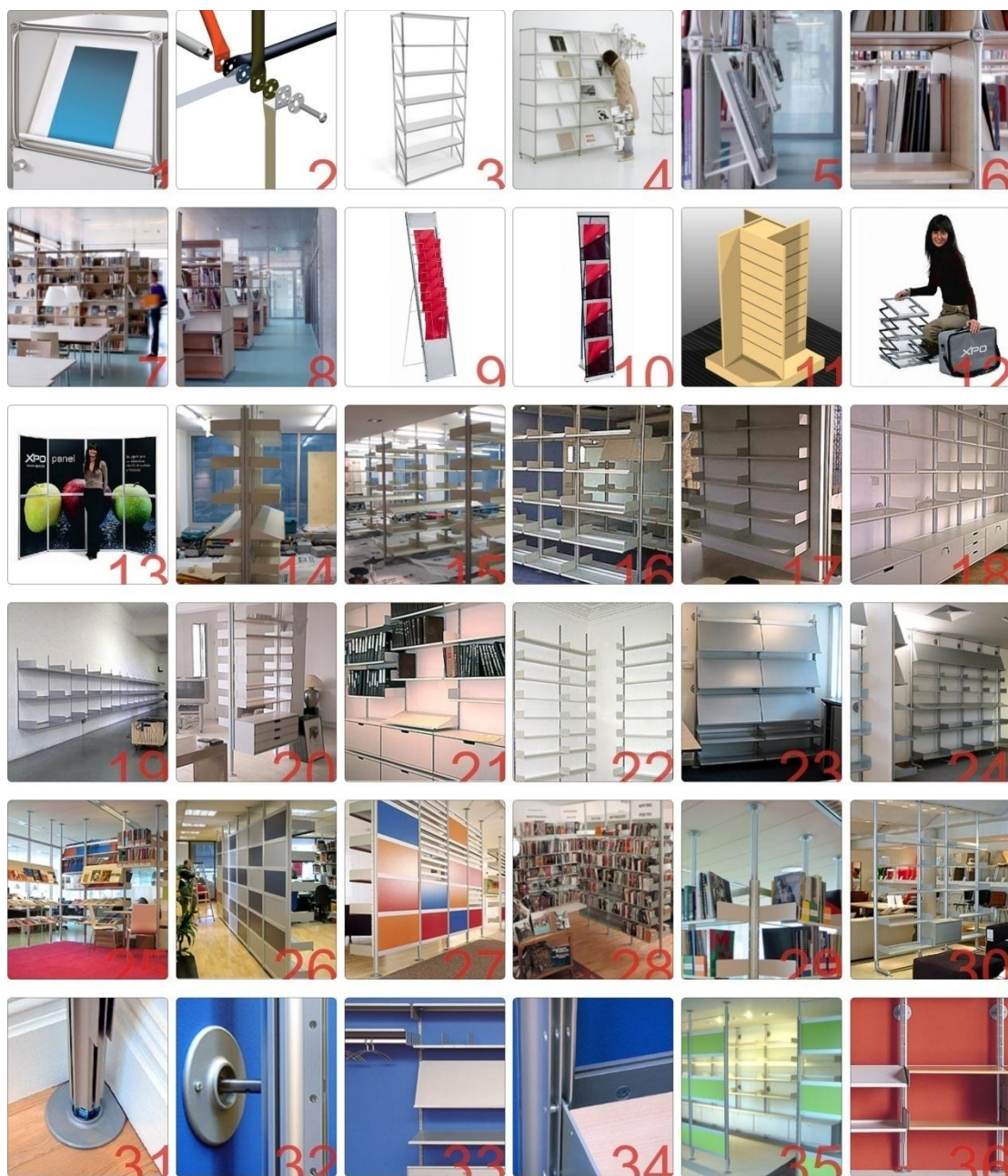


## BIBLIOTECAS DE MATERIALES

Imagen 10. Estado del arte de las Bibliotecas de materiales.

1-5.	IDEO Techbox.	12.	Biblioteca de materiales de la UNAM.
6.	IDEO Colour Structure.	13-21.	Materio.
7-8.	IDEO Concept Cards.	22-35.	Material Connexion.
9-10.	Materia.	36.	Material Connexion Box.
11.	Biblioteca de materiales para CAD/CAM.		





## SISTEMAS DE EXHIBICIÓN

Imagen 11. Estado del arte de los sistemas de exhibición.

1-8.	System 180.
9-13.	Demetalicos.
14-36.	Vitsoe.



### 2.1.2. Consideraciones para la selección de los materiales que harán parte de la biblioteca de materiales

Para el desarrollo del proyecto es importante considerar los elementos que harían parte de la biblioteca de materiales, definiendo como el principal elemento que compone la biblioteca las muestras de materiales con su respectiva información.

El éxito de la biblioteca depende en un alto porcentaje de la relevancia que tengan los materiales seleccionados para los ingenieros de diseño, tanto estudiantes como profesionales en ejercicio. Es por esto que, para hacer la selección de los materiales que compondrían la biblioteca, se analizaron los proyectos desarrollados por los estudiantes de ingeniería de diseño a lo largo de la carrera, teniendo en cuenta el prototipo presentado al final del semestre y los materiales reales que componen el producto final.

En la tabla 2 se presenta una clasificación general de los materiales utilizados en los proyectos del pregrado de ingeniería de diseño de producto de la universidad Eafit.

TIPO DE PROYECTO	OBJETIVO	TIPOS DE MATERIALES EMPLEADOS
PROYECTO 1	Pretende reforzar el conocimiento que tiene cada uno de sí mismo y de alguna manera potencializar las fortalezas particulares en función de sus desarrollos creativos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería PVC para maqueta de la estructura.</li> <li>• Tubería metálica para estructura.</li> <li>• Recubrimientos para techos, aislantes térmicos.</li> <li>• Láminas metálicas, para estructura y acabado del producto.</li> <li>• Resinas y fibras poliméricas para acabados superficiales y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> </ul>
PROYECTO 2	Descubrir la manera singular de aproximarse al proceso creativo, discriminando sus diferentes momentos, por medio de la formalización de productos. (reflexión en la acción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Láminas de Polímeros para estructuras y carcasas.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> </ul>
PROYECTO 3	Entender LA CONCEPTUALIZACIÓN como un proceso fundamental en el desarrollo de producto. el estudiante entenderá la importancia de las etapas previas a la conceptualización como lo son el conocimiento de las necesidades del mercado y el usuario, y el establecimiento de la especificación o requerimientos de producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Láminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Resinas y fibras poliméricas para acabados superficiales y aspectos formales del producto.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Tubería y barras metálicas para estructura y funcionamiento de mecanismos.</li> </ul>

<p><b>PROYECTO 4</b></p>	<p>Entender LA PRODUCCIÓN como un proceso fundamental en el desarrollo de un producto. Al finalizar el semestre, el estudiante entenderá la influencia de las decisiones de diseño sobre los diversos aspectos de la producción de un artefacto (viabilidad técnica, costos, tiempos de manufactura, calidad) y como estos a su vez condicionan y modifican las características de diseño del producto final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resinas y fibras poliméricas para acabados superficiales y aspectos formales del producto.</li> <li>• Láminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Aislantes térmicos.</li> <li>• Cauchos para absorber y disminuir vibraciones en el producto.</li> <li>• Piezas metálicas, para mecanismos.</li> </ul>
<p><b>PROYECTO 5</b></p>	<p>Estudio y desarrollo de un proyecto de Transporte colectivo para la ciudad de Medellín a partir del Metro como generador principal de transporte masivo urbano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resinas y fibras de vidrio para acabados superficiales y aspectos formales del producto.</li> <li>• Láminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Piezas metálicas, para mecanismos.</li> <li>• Tubería y barras metálicas para estructura y funcionamiento de mecanismos.</li> <li>• Tubería PVC para maqueta de la estructura.</li> <li>• Cauchos para absorber y disminuir vibraciones en el producto.</li> <li>• Espumas y telas para acabados de interiores.</li> <li>• Láminas de vidrio, para aspectos formales del producto.</li> </ul>
<p><b>PROYECTO 6</b></p>	<p>Entender LA CONTEXTUALIZACIÓN como un proceso fundamental en el desarrollo de un producto. Se busca que los participantes puedan identificar las limitaciones o capacidades del mercado para saber cómo y dónde ubicar las satisfacciones de los usuarios a través de los productos. Al finalizar el semestre, el estudiante entenderá la influencia de las consideraciones de marketing sobre los diversos aspectos del diseño de un artefacto (viabilidad técnica, costos, tiempos de manufactura, calidad) y como estas a su vez condicionan y modifican las características de diseño del producto final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Cartones y espumas poliméricas para desarrollo del empaque del producto.</li> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Cerámicos para elementos formales del producto.</li> <li>• Esmaltes y pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Láminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Láminas metálicas, para estructura y acabado del producto.</li> <li>• Aislantes térmicos.</li> </ul>

<b>PROYECTO 7</b>	<p>Comprender los elementos involucrados en la formación y desarrollo de un proyecto empresarial desde la óptica del producto. Al finalizar el semestre, el estudiante estará en capacidad de construir una idea de negocio - desde el diseño de producto - con posibilidades reales de desarrollo considerando el punto de vista del usuario final y de la producción industrial partiendo del conocimiento de las necesidades y posibilidades del mercado dentro de un sector productivo específico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales en maquetas.</li> <li>• Maderas para estructuras y moldes para modelos y maquetas.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> </ul>
<b>PROYECTO 8</b>	<p>Comprender los elementos involucrados en la gestión, desarrollo y conclusión de un proyecto de diseño desde la óptica del producto. Al finalizar el semestre, el estudiante estará en capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante el proyecto anual, iniciado en PROYECTO 7, para definir, planear y ejecutar el diseño de un producto que constituye una oportunidad de negocios para una empresa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Cartones y espumas poliméricas para desarrollo del empaque del producto.</li> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Esmaltes y pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Laminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Láminas metálicas, para estructura y acabado del producto.</li> <li>• Aislantes térmicos.</li> <li>• Tubería y barras metálicas para ejes y mecanismos del producto.</li> </ul>
<b>DISEÑO CONCEPTUAL Y DISEÑO METÓDICO</b>	<p>Distinguir los diferentes conceptos asociados a la Ciencia del Diseño. (Descubrir nuevas formas de ver y pensar los objetos de hechura industrial). Integrar conceptos. Contribuir a la conformación de una profundidad de tipo Lateral -más que vertical-.</p> <p>Introducir la Enseñanza del Diseño y los procesos de Pensamiento Creativo.</p> <p>Diseñar un producto considerando todos los factores presentados en el contenido de la materia como importantes para el desarrollo de un producto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Laminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Resinas y fibras poliméricas para acabados superficiales y aspectos formales del producto.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Tubería y barras metálicas para estructura y funcionamiento de mecanismos.</li> </ul>
<b>TALLER DE DISEÑO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminas de Polímeros para estructuras y acabados superficiales en maquetas.</li> <li>• Maderas para estructuras y moldes para modelos y maquetas.</li> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Resinas y fibras poliméricas para acabados y aspectos formales.</li> </ul>

PROYECTO DE GRADO		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espumas poliméricas para maquetas y aspectos formales del producto.</li> <li>• Cartones y espumas poliméricas para desarrollo del empaque del producto.</li> <li>• Maderas para estructuras y acabados finales.</li> <li>• Esmaltes y pinturas para dar acabados superficiales.</li> <li>• Láminas de polímeros para estructuras y acabados superficiales.</li> <li>• Láminas metálicas, para estructura y acabado del producto.</li> <li>• Aislantes térmicos.</li> <li>• Tubería y barras metálicas para ejes y mecanismos del producto.</li> </ul>
-------------------	--	--

**Tabla 2.** Materiales utilizados para el desarrollo de los proyectos de ingeniería de diseño.

De acuerdo con la clasificación anterior, se identificaron dos grupos en los cuales es posible catalogar los materiales según su uso en el desarrollo de los productos. Dichos grupos son: materiales para uso estructural o forma y materiales para acabados superficiales.

Con esta clasificación se realizó una búsqueda de los materiales utilizados disponibles en la ciudad de Medellín. Los resultados encontrados se clasificaron por empresas de acuerdo con los materiales que éstas producen o distribuyen; porque en algunos casos las empresas no son las que fabrican el material, sino que solo se encargan de comercializarlo y/o procesarlo.

MATERIALES ESTRUCTURALES				
MATERIAL	CLASIFICACIÓN	EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
Acero	Metal	Aceros industriales s.a.	Cl 26 # 41-140 Itagüí	(57) (4) 3721212
		Ferroindustrial s.a.	Cl 37 Sur # 36-10 Envigado	(57) (4) 3319900
		Diacó s.a.	Cr52 7-30 Bdg 135	
		Ferretería mapa s.a.	Cl 32 41-232 Itagüí	(57) (4) 3741346
		Laminados andinos s.a.	Cl 80 S 47 F-36 Sabaneta	(57) (4) 3010122
Acrílicos	Polímero	Acrílicos Colombia Ltda.	Cl 46 # 43-78	(57) (4) 2176484
		Domo acril	Cl 49B # 68-98	(57) (4) 2604796
		Metal acrilato s.a.	Guarne-Antioquia Km 27	(57) (4) 5514651
		Oh! Acrílicos	Cl 35 # 53-22	(57) (4) 3813655
		Abc acrílicos y tableros	Cr 45 41 A- 06	(57) (4) 2326817
		Acabado acriluz	Cl 30 A 81 A-22	(57) (4) 3415468
		Acrí Álvarez	Tr 32C 39-09 Sur	(57) (4) 3322137
		Acrinal Ltda.	Cr80 A 52 B-43	(57) (4) 4213939
		Colombiana de acrílicos	Cr 70A 93-26	(57) (4) 4381332
		Plexiglás Ltda.	Cr42 24-100 Int 102 Itagüí	(57) (4) 3727781
		O.g. Acrílicos	Cl 10 52 A-18 L-108	(57) (4) 3616800
		Quimicoplasticos	Cl 6 50-165	(57) (4) 2559849

		Retales acrílicos	Cr75 44-49	(57) (4) 4134114
Aluminio Arquitectónico	Metal	Alco s.a.	Cr 48A # 57S-30 Sabaneta	(57) (4) 3780737
		Alarcol	Tr 32 31E-18 Sur Envigado	2762596 3316841
		Almacén el cristal	Cr 43A 31A S-17	(57) (4) 2767731
		Aluminios y acrílicos	Cr 65 91D-07	(57) (4) 2375729
		Aluvimar	Cr52 60-47	(57) (4) 2931820
		Arquiacril	Cr 50B 6S-29	(57) (4) 2551215
		Fratello	Cr56 A 62-41	(57) (4) 5113168
		Industrias cr metálicas	Cr63 A 76-48 Bello	(57) (4) 4513269
		Instalaciones García	CI 38 S 29 A-47	(57) (4) 3347722
		Inval Ltda.	CI 53 52-16 Of 501	(57) (4) 5138554
		Metálicas Dublín cerrajería	Cr 50C 6S-17	(57) (4) 2551065
Alambre de Aluminio	Metal	Almetalco s.a.	Cr 48 # 66B S-81 Sabaneta	(57) (4) 3782525
		Arcoli s.a.	Cr 85 # 63-01	(57) (4) 2641188
		Perfiles técnicos Ltda.	Cr44 50 S-96 Sabaneta	(57) (4) 2882290
Perfiles de Aluminio	Metal	Aluminio Reynolds santo domingo s.a.	Cr49 61 S-540 Bdg 125	(57) (4) 2888181
		Aluminios y tecnología ATL s.a.	Cr73 29-44	(57) (4) 3421313
		Emma y cía. S.a.	Cr64 A 33-40 Itagüí	3705600
Bronce	Metal	Ferroindustrial s.a.	CI 37Sur # 36-10 Envigado	(57) (4) 3319900
		Bronces Medellín	CI 29 B 56-57	(57) (4) 2357019
		Perfiles y bronce	Cr51 41-28	(57) (4) 2322003
Ángulos de Hierro	Metal	Ferrasa s.a.	Cr42 26-18 Itagüí	(57) (4) 4447799
		Hierros y mas	Cr53 60-21	(57) (4) 5114087
		C y d corte y doblez Ltda.	CI 30A # 56-68	(57) (4) 2356394
Balso	Natural	Antioqueña de balso distribuidores	Cr8 A 55-68	(57) (4) 2698416
		C.i. Balsur Ltda.	Cr65 F 32 B-99	(57) (4) 2357249
		Plastipalos e.u.	CI 49 81 B 14 Int 101	(57) (4) 4461372
Ferroaleaciones	Metal	Distribuidora de ferroaleaciones gb s.a.	CI 85B 48-09 Itagüí	(57) (4) 3621133
		Inferex s.a.	CI 53 # 45-45 Of 1009	(57) (4) 5131834
Fibra de Vidrio	Polímero	Exdequin s.a.	CI 25 # 52-40	(57) (4) 2656500
		Suin s.a.	CI 32 # 41-28 Itagüí	(57) (4) 4441190 Ext. 2

<b>Hierro</b>	<b>Metal</b>	Ross sand casting industries tad	Cr 49 # 67S-740 Sabaneta	(57) (4) 3701020
		Doblamos s.a.	Cr 52 39-40	(57) (4) 2323034
		Ferroperefiles	Cr 52 80-27 Itagüí	(57) (4) 3761149
		Hierro, vidrio y aluminios	CI 58 54-64	(57) (4) 2313500
		Figuraciones s.a.	CI 27 41-189 Itagüí	(57) (4) 2779907
<b>Icopor</b>	<b>Polímero</b>	Nacional de icopores s.a.	Cr 25 # 39S-74 Envigado	(57) (4) 3316798
		Almacén el palacio del icopor	CI 50 54-69	(57) (4) 5143563
		Indupor s.a.	Cr 50 C 5 A S-10	(57) (4) 2559962
		Tecnicopor	Dg74 B 32-83	(57) (4) 3435916
<b>Laminas de Plástico</b>	<b>Polímero</b>	Agencia plásticos Colombia Ltda. (plásticos Colombia)	CI 49 82 - 20	(57) (4) 2340667
		Lamiscreen Ltda.	CI 32E # 65C-36	(57) (4) 2654463
		Coex colombiana Ltda.	CI 49 CC 87-36	(57) (4) 2346746
		Lamiter	Cr 46 49E S-15	(57) (4) 3014951
<b>Laminas decorativas</b>	<b>Mixto</b>	Endecolsa	Cr 56C 49-126	(57) (4) 2932233
		Fibras b & m Ltda.	CI 58A 54-23	(57) (4) 5112221
		Rocatto	CI 30 47-39 Itagüí	(57) (4) 3798922
<b>Latón</b>	<b>Metal</b>	Aceros industriales s.a.	CI 26 # 41-140 Itagüí	(57) (4) 3721212
		Almetalco s.a.	Cr 48 # 66B S-81 Sabaneta	(57) (4) 3782525
		Incoal s.a.	CI 14 # 51-53	(57) (4) 2652837
		Laminaco s.a.	Cr 42 # 75-273 Itagüí	(57) (4) 4444002
<b>Madera</b>	<b>Natural</b>			
<b>Nylon</b>	<b>Natural</b>	Polinyon s.a.	Cr 45A # 66A-154 Itagüí	(57) (4) 3771166
<b>Policarbonato</b>	<b>Polímero</b>	Arkos	CI 72 S 46 A-46	(57) (4) 2883381
		Domoacril	calle 49B #68-98	2604796
		Digacril	Cr 72 41-18	(57) (4) 4139569
		Poliplast carbolux Colombia	CI 25 54-08	(57) (4) 4440046
<b>Poliestireno</b>	<b>Polímero</b>	Electrocontrol s.a.	CI 59 59-194 Copacabana	(57) (4) 4005500
		Coex colombiana Ltda.	CI 49 CC 87-36	(57) (4) 2346746

Poliuretano	Polímero	Sumitintas Ltda.	Cr54 54-26	(57) (4) 5118297
		Ingeinsuplast	Cr 46 51-10 L- 301 Itagüí	(57) (4) 3730496
PVC	Polímero	Espumlatex	CI 46 41-69 Itagüí	(57) (4) 2777961
		Romoplac Ltda.	CI 10 # 43D-10	(57) (4) 3122229
		Polyder Ltda.	Cr 45B # 29S-54 Envigado	(57) (4) 2763776
Silicona	Polímero	Plasticorp Ltda.	CI 73 51 D-35	(57) (4) 2134209
		Sellados plásticos	Cr 52 12S-58	(57) (4) 3616678
		C.i. Aluzma y CIA Ltda.	Cr 51A # 12B Sur-60 Guayabal	(57) (4) 2853439
Tubería	Polímero	Mercadeo químico andino Ltda.	Cr 49 # 61S-540	(57) (4) 3781704
		Comercializadora de químicos y siliconas Ltda.	CI 1 51-34	(57) (4) 2851323
		Tecnología s.a.	CI 6 # 50-166	(57) (4) 3610077
Yesos	Polímero	Ferretería Toroga	CI 39 # 51-15	57) (4) 2323633
		Durestuco	CI 73 72 AB-85	(57) (4) 2348151
		Mundoyesos	Cr48 43-06	(57) (4) 2625185

**Tabla 3.** Lista de materiales estructurales y sus proveedores en la ciudad de Medellín.

MATERIALES PARA ACABADO SUPERFICIAL				
MATERIAL	CLASIFICACIÓN	EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
Acrílicos	Polímero	Acrílicos Colombia Ltda.	CI 46 # 43-78	(57) (4) 2176484
		Domo acril	CI 49B # 68-98	(57) (4) 2604796
		Metal acrilato s.a.	Guarne-Antioquia Km 27	(57) (4) 5514651
		Oh! Acrílicos	CI 35 # 53-22	(57) (4) 3813655
		Abc acrílicos y tableros	Cr 45 41 A- 06	(57) (4) 2326817
		Acabado acriluz	CI 30 A 81 A-22	(57) (4) 3415468
		Acri Álvarez	Tr 32C 39-09 Sur Envigado	(57) (4) 3322137
		Acrinal Ltda.	Cr80 A 52 B-43	(57) (4) 4213939
		Colombiana de acrílicos	Cr 70A 93-26	(57) (4) 4381332
		Plexiglás Ltda.	Cr42 24-100 Int 102 Itagüí	(57) (4) 3727781
		O.g. Acrílicos	CI 10 52 A-18 L-108	(57) (4) 3616800
		Quimicoplasticos	CI 6 50-165	(57) (4) 2559849
		Retales acrílicos	Cr75 44-49	(57) (4) 4134114

Aluminio Arquitectónico	Metal	Alco s.a.	Cr 48A # 57S-30 Sabaneta	(57) (4) 3780737
		Alarcol	Tr 32 31E-18 Sur Envigado	2762596 3316841
		Almacén el cristal	Cr 43A 31A S-17 Envigado	(57) (4) 2767731
		Aluminios y acrílicos	Cr 65 91D-07	(57) (4) 2375729
		Aluvimar	Cr52 60-47	(57) (4) 2931820
		Arquiacril	Cr 50B 6S-29	(57) (4) 2551215
		Fratello	Cr56 A 62-41	(57) (4) 5113168
		Industrias cr metálicas	Cr63 A 76-48 Bello	(57) (4) 4513269
		Instalaciones García	Cl 38 S 29 A-47 Envigado	(57) (4) 3347722
		Inval Ltda.	Cl 53 52-16 Of 501	(57) (4) 5138554
		Metálicas Dublín cerrajería	Cr 50C 6S-17	(57) (4) 2551065
Bronce	Metal	Ferroindustrial s.a.	Cl 37Sur # 36-10 Envigado	(57) (4) 3319900
		Bronces Medellín	Cl 29 B 56-57	(57) (4) 2357019
		Perfiles y bronce	Cr51 41-28	(57) (4) 2322003
Anodizados	Metal	Anodizados j.d.	Cr 46 32-90	(57) (4) 2623762
		Industrias siar y cía. Ltda.	Cl 48 50-78 Copacabana	(57) (4) 2743422
		Perfiles técnicos Ltda.	Cr44 50 S-96 Sabaneta	(57) (4) 2882290
Anti adherentes	Polímero	Antiadherentes andino	Cl 23A 57A-89 Bello	(57) (4) 2737072
		Antiadherentes industriales s.a.	Cl 7 50-137	(57) (4) 3617810
		Colorgánicos	Cr 60 24A-35 Bello	(57) (4) 2733843
		Intercom	Cl 57 43-29	(57) (4) 5277111
Balso	Natural	Antioqueña de balso distribuidores	Cr8 A 55-68	(57) (4) 2698416
		C.i. Balsur Ltda.	Cr65 F 32 B-99	(57) (4) 2357249
		Plastipalos e.u.	Cl 49 81 B 14 Int 101	(57) (4) 4461372
Caucho	Polímero	Compañía de cauchos Malaca	Cr 50 # 42-39	(57) (4) 2622386
		Cauchos corona s.a.	Cl 73A 44-08 Itagüí	(57) (4) 2778087
		Concauchos Ltda.	Cl 75A 64A-23	(57) (4) 4411775
		Industria del caucho	Cr53 29 C-05	(57) (4) 3551440
		Metalmecanica internacional	Cra. 61 #45-30	5117311
Cuero	Natural	Acicam	Cr48 10-45 Of 926	(57) (4) 3120184
		Curtimbres de Itagüí s.a.	Cr 53A # 50-89 Itagüí	(57) (4) 3720666
		Colcueros	Cr43 A 14-109 Of 203	(57) (4) 3813033
		Expopieles	Cr 68C 3-23	(57) (4) 2603004
		Marroquinar Ltda.	Cl 51 65-49	(57) (4) 2309291
Espuma Plástica	polímero	Metroespumas s.a.	Cr 44 # 30-61	(57) (4) 2321690
		Espumas Medellín s.a.	Cr 42 # 54A-22 Itagüí	(57) (4) 3720755
		C.i. Internacional de espumas	Cl 35 # 48-21	(57) (4) 2323178
		Espumas plásticas s.a.	Cr 42 85-117 Itagüí	(57) (4) 3606666



		Plastitelas	Cr50 45-52	(57) (4) 5123960
Estampado metálico	Metal	U.V. Estampados & troquelados	CI 52A 56-10	(57) (4) 2517491
		Repujados & sellados	Cr 52 25 -344	(57) (4) 2355020
		Termopress internacional	CI 66A 43-96 Apto 201	(57) (4) 3764694
Fibra de Vidrio	Polímero	Exdequin s.a.	CI 25 # 52-40	(57) (4) 2656500
		Suin s.a.	CI 32 # 41-28 Itagüí	(57) (4) 4441190 Ext. 2
Granitos	Cerámico	Granite s.a.	CI 63 45 A-90 L-1 Itagüí	(57) (4) 3730431
		Mármoles & porcelanatos Ltda.	Cr 50B 55-41	(57) (4) 3626279
		Roca s.a.	CI 30 55-122	(57) (4) 3501100
Hojalata	Metal	Comercializadora matugam	CI 82 50A-98 Itagüí	(57) (4) 2852351
		Hojalata y laminados s.a.	CI 17 43 F-122	(57) (4) 2619878
Lamina de Corcho	Natural	Enchapes y apliques	Calle 49 #56-28	5140408
Lamina de Madera	Natural	Maderagro	CI 40 57-16 Itagüí	(57) (4) 3716745
		Retales & retales	CI 30 71-27	(57) (4) 2389091
Laminas de Plástico	Polímero	Agencia plásticos Colombia Ltda. (plásticos Colombia)	CI 49 82 - 20	(57) (4) 2340667
		Lamiscreeen Ltda.	CI 32E # 65C-36	(57) (4) 2654463
		Coex colombiana Ltda.	CI 49 CC 87-36	(57) (4) 2346746
		Lamiter	Cr 46 49E S-15	(57) (4) 3014951
Lámina decorativa	Mixto	Endecolsa	Cr 56C 49-126	(57) (4) 2932233
		Fibras b & m Ltda.	CI 58A 54-23	(57) (4) 5112221
		Rocatto	CI 30 47-39 Itagüí	(57) (4) 3798922

<b>Madera</b>	<b>Natural</b>			
<b>Nylon</b>	<b>Polímero</b>	Polinyon s.a.	Cr 45A # 66A-154 Itagüí	(57) (4) 3771166
<b>Policarbonato</b>	<b>Polímero</b>	Arkos	CI 72 S 46 A-46	(57) (4) 2883381
		Domoacril	calle 49B #68-98	2604796
		Digacril	Cr 72 41-18	(57) (4) 4139569
		Poliplast carbolux Colombia	CI 25 54-08	(57) (4) 4440046
<b>Poliestireno</b>	<b>Polímero</b>	Electrocontrol s.a.	CI 59 59-194 Copacabana	(57) (4) 4005500
		Coex colombiana Ltda.	CI 49 CC 87-36	(57) (4) 2346746
<b>Polietileno</b>	<b>Polímero</b>	Sumitintas Ltda.	Cr54 54-26	(57) (4) 5118297
		Ingeinsuplast	Cr 46 51-10 L- 301 Itagüí	(57) (4) 3730496
<b>PVC</b>	<b>Polímero</b>	Plasticorp Ltda.	CI 73 51 D-35	(57) (4) 2134209
		Sellados plásticos	Cr 52 12S-58	(57) (4) 3616678
		C.i. Aluzma y CIA Ltda.	Cr 51A # 12B Sur-60	(57) (4) 2853439
<b>Siliconas</b>	<b>Polímero</b>	Mercadeo químico andino Ltda.	Cr 49 # 61S-540	(57) (4) 3781704
		Comercializadora de químicos y siliconas Ltda.	CI 1 51-34	(57) (4) 2851323
		Tecnología s.a.	CI 6 # 50-166	(57) (4) 3610077

**Tabla 4.** Lista de materiales para acabados superficiales y sus respectivos proveedores en la ciudad de Medellín.

Esta clasificación es también útil para los ingenieros de diseño profesionales, al considerar los materiales requeridos para la fabricación de prototipos y modelos así como los materiales para el desarrollo del producto final.

## 2.2 DEFINICIÓN DE USUARIO

Teniendo en cuenta que el diseño de la biblioteca está dirigido al programa de ingeniería de diseño de producto de la Universidad Eafit, fue necesario definir el perfil del estudiante, que a su vez se complementa con el perfil del egresado, pues es éste quien hará uso de los recursos ofrecidos y finalmente se verá influenciado por el aprendizaje y la experiencia que le proporcione la biblioteca.

De esta manera es necesario considerar tanto aspectos de comportamiento del usuario, de sus competencias e intereses respecto a la profesión, así como características físicas, que influirán directamente en el diseño de la biblioteca.

La Universidad Eafit define el perfil de los estudiantes y egresados del programa de ingeniería de diseño, de la siguiente manera:

Perfil del Estudiante<sup>10</sup>:

“La Ingeniería de Diseño de Producto es un área de la Ingeniería que busca desarrollar competencias en sus estudiantes, tanto en lo científico como en lo técnico, a nivel académico y profesional para el diseño de productos con determinadas complejidades tecnológicas. Tales competencias se fundan en adquirir excelentes conocimientos, tanto en las ciencias de lo artificial como en las naturales y en las humanas. Simultáneamente, se busca propiciar en ellos la capacidad de liderazgo y gestión de proyectos con el propósito de mejorar las condiciones de competitividad de las empresas de manufactura en el contexto regional y mundial. Para lograrlo, favorecemos el desarrollo de una ética que promueva el trabajo en equipo orientados a la innovación, al desarrollo cultural, económico y técnico, considerando ineludiblemente la protección del medio ambiente.”

“El estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto se forma dentro de lo interdisciplinario, con carácter proactivo, autónomo, a la vez que ágil, veraz, cumplido en sus compromisos y pactos, riguroso en sus análisis y sintético en sus conclusiones; que participa en los proyectos de diseño e ingeniería, orientado a la búsqueda de las óptimas soluciones a los problemas planteados. Además, se busca que sea un individuo negociador y conciliador eficaz dentro de las situaciones complejas del proceso de creación, de gestión del producto en las organizaciones, de procesos de manufactura y/o de mercadeo del mismo.”

Perfil del egresado:

---

<sup>10</sup> <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Ingenieria/Pregrados/IngenieriaDiseno/Index.htm>

“Considerando la estructura del programa de Ingeniería de Diseño de Producto, el egresado posee dos fortalezas básicas:

La capacidad de concretar un nuevo artefacto técnico pasando por todas las actividades que le son propias a un proceso de diseño de producto en Ingeniería.

Esta capacidad se ve estructurada por tres aspectos:

- Competencias en la aplicación de metodologías de diseño, herramientas de diseño conceptual como análisis de estructuras funcionales del producto y además, criterios para el control y definición de la formalización del mismo.
- Destrezas para realizar modelos formales y funcionales físicos, lo mismo que prototipos virtuales en la totalidad del producto o en parte de los mismos. El análisis de piezas modeladas a través de herramientas computacionales como son: simulación mecánica (Working Model, Pro E y Solid Works), Elementos finitos (Ansys, Cosmos, etc.)
- Conocimientos específicos en procesos de manufactura industrial en diferentes materiales.

La capacidad de realizar las actividades de gestión en el desarrollo de productos, en tres campos básicos:

- Dominio de sistemas de comunicación oral, escrita, bidimensional y tridimensional para generar ideas de nuevos productos, capacidad de expresar los rasgos formales del producto a través del dibujo a mano y de concretar los aspectos funcionales y formales mediante el uso de herramientas computacionales de última generación.
- Habilidades de gestión de proyectos de diseño e Ingeniería de Productos mediante el trabajo en grupo, logrando consenso entre diferentes puntos de vista.
- Conocimientos para generar conceptos e ideas de negocio a partir de productos (Estudios de factibilidad técnica y económica, plan de negocios, etc.)”<sup>11</sup>

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores se puede concluir que el ingeniero de diseño es una persona competente, comprometida, innovadora y líder en el campo profesional, de manera que tiene la capacidad de ser un conciliador eficaz durante todo el proceso de diseño, desde la concepción del producto hasta su materialización por medio de soluciones óptimas.

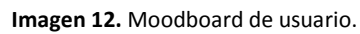
A su vez el ingeniero de diseño, desde el punto de vista emocional, es:

- Alegre.
- Ágil.
- Ecológico.
- Autónomo.

---

<sup>11</sup> <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Ingenieria/Pregrados/IngenieriaDiseno/Index.htm>

- A continuación se exponen una serie de moodboards en donde se presenta el usuario (imagen 12), las emociones del usuario que se quieren transmitir al producto (imagen 13) y el contexto donde se relaciona el usuario con el entorno donde estará ubicado el producto (imagen 14).



45



descritas anteriormente en el perfil del usuario, entre las que se encuentran, la alegría, la agilidad, la autonomía, la conciencia ecológica. También es posible observar la diversidad de materiales que son utilizados para dar un factor de innovación a cada uno de los productos.

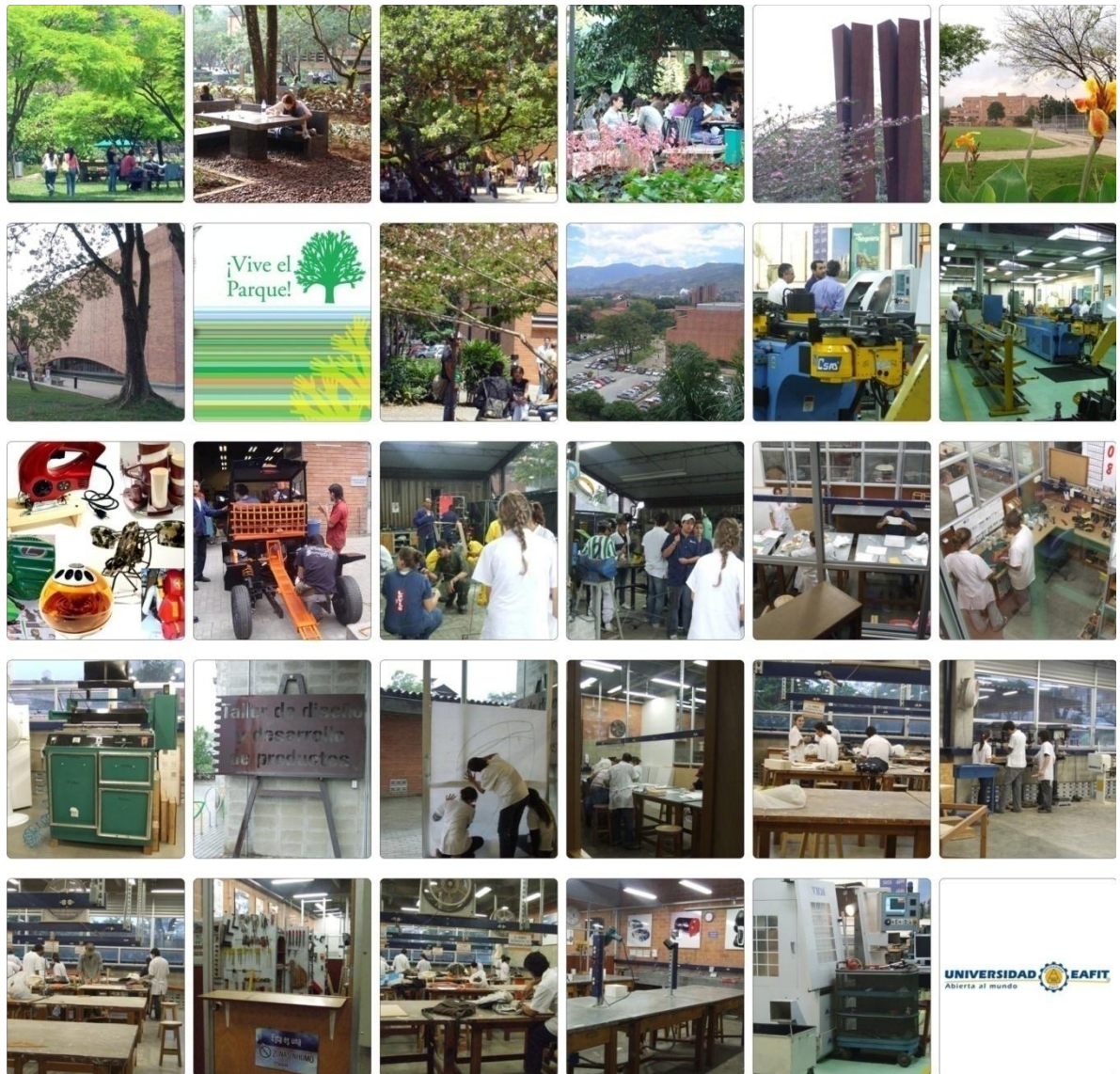


**Imagen 13.** Moodboard de emociones del usuario.

En el moodboard de las emociones se presentan imágenes que representan y describen gráficamente las emociones que se atribuyeron anteriormente al usuario y que se seleccionaron



como cualidades que debe transmitir el producto. Estas imágenes son útiles en el proceso de diseño de la biblioteca al dar una idea de lo que se quiere ver en el producto.



**Imagen 14.** Moodboard del contexto del usuario.

En el moodboard del contexto se presentan imágenes donde es posible observar el entorno donde estará ubicado el producto, así como el medio donde se relaciona el usuario con otros productos similares o de uso complementario. Estas imágenes son útiles en el proceso de diseño de la biblioteca al contextualizar el producto y su relación con el usuario, dando una mayor claridad al diseño, permitiendo que este sí sea apropiado para el lugar donde estará ubicado.

### 2.2.1 Definición de un referente para exploración formal

Para el proceso de desarrollo formal de la biblioteca de materiales, teniendo en cuenta las emociones del usuario como punto fundamental para la relación entre este y el producto, se define un concepto a partir del cual se selecciona un referente que se utiliza como herramienta para la generación de alternativas, tanto de la biblioteca como del diseño gráfico asociado a las fichas de información y todo lo relacionado con la comunicación dentro del producto.

El concepto seleccionado que se quiere evidenciar en el producto, es el **orden** y para este se seleccionó como referente formal la **planta de maíz** y la **mazorca**. Porque en esta forma se encuentran elementos agrupados de manera ordenada, lo cual puede relacionarse directamente con el diseño de la biblioteca, donde se quiere ubicar una serie de muestras de forma que el usuario pueda consultarlas fácilmente, para lo cual es necesario que estas se encuentren ubicadas con un orden establecido previamente y no al azar.

Las imágenes del referente se presentan en la imagen 15 y en la imagen 16 se observa la exploración formal resultante de la abstracción de figuras de las imágenes del referente.

### 2.2.2 Influencia de una Biblioteca de Materiales en el desarrollo profesional de un Ingeniero de Diseño

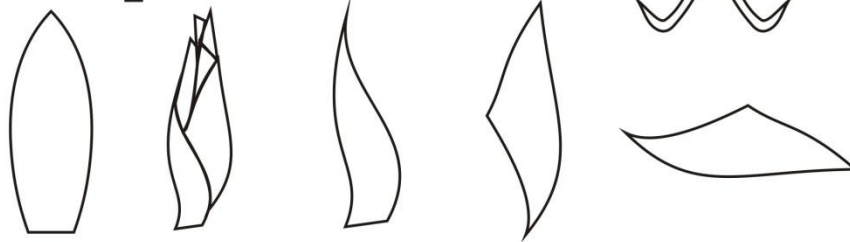
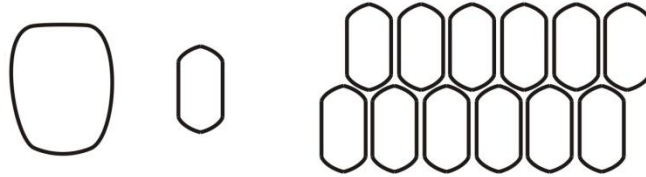
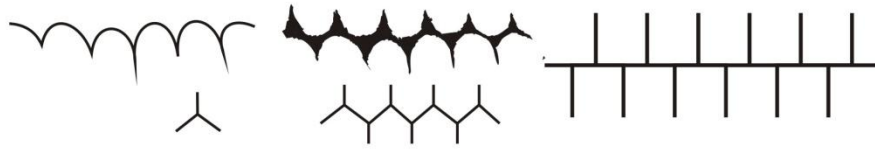
Como se mencionó anteriormente, una de las principales exigencias para el diseño de productos en la actualidad es el factor de innovación que estos logren. Este factor de innovación depende 100% del diseñador o ingeniero de diseño, al ser éste quien caracteriza el producto. También se mencionó que dicho factor de innovación puede ser dado al producto por el material, porque utilizando materiales innovadores se transmiten al producto todas sus características. De esta manera, una biblioteca de materiales se convierte para el ingeniero de diseño en una herramienta valiosa a la hora de diseñar un producto, al tener a su alcance los materiales en todo momento del proceso de diseño. Además, sabiendo que una de las principales características que diferencian en el medio a un ingeniero de diseño de un diseñador industrial es la competencia respecto a la selección de materiales y sus respectivos procesos de producción, la biblioteca de materiales contribuye a fortalecer estas aptitudes diferenciadoras en el campo profesional porque ayuda a obtener experiencia respecto a los materiales, sus propiedades, sus proveedores en la ciudad, entre otros.

Es necesario reconocer que hacer una selección de materiales entre tantas posibilidades existentes en el medio es una labor difícil, que solo puede facilitarse con la práctica. Sin embargo, el tener muestras físicas de un material y hacer uso de éstas durante el proceso de diseño es una actividad que desde la universidad brinda al ingeniero de diseño experiencia para el futuro profesional.





**Imagen 15.** Collage del referente formal.



# EXPLORACIÓN FORMAL

Imagen 16. Exploración formal del referente.

En la tabla 5 se expondrán las características de trabajar o no con una biblioteca de materiales.

<b><i>Con Biblioteca de materiales</i></b>	<b><i>Sin Biblioteca de materiales</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dispone de la información necesaria sobre las propiedades de los materiales de los cuales se puede hacer uso, lo que facilita la comparación entre ellos para una selección más adecuada.</li> <li>• La biblioteca puede proporcionar información sobre materiales que no se tenían en cuenta para el diseño pero que cumplen los requerimientos necesarios.</li> <li>• Al tener al alcance muestras físicas de los materiales, es posible identificar acabados superficiales, texturas, colores y demás características visuales y táctiles que se desean dar al producto.</li> <li>• La facilidad de recurrir a la muestra física del material permite que pueda ser usado como inspiración para el desarrollo de un nuevo producto.</li> <li>• Una biblioteca de materiales proporciona información sobre los proveedores y fabricantes locales lo que facilita el acceso al material.</li> <li>• La biblioteca de materiales permite hacer una comparación entre diferentes materiales que cumplan los requerimientos necesarios para hacer una mejor selección.</li> <li>• Tener al alcance la información relacionada con los materiales de los que se dispone agiliza el proceso de selección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario buscar en diferentes fuentes la información que se requiera sobre el material que se desea utilizar.</li> <li>• La selección de materiales se limita a los conocidos por el diseñador, restringiendo la innovación.</li> <li>• Las características visuales y táctiles de los materiales se limitan a las proporcionadas por una imagen que por lo general restringe la objetividad de la selección, porque en una imagen es difícil apreciar las verdaderas propiedades de acabado superficial: rugosidad, brillo, opacidad, entre otras.</li> <li>• En ocasiones, es difícil determinar si el material seleccionado puede ser utilizado o no debido a la dificultad de consecución de éste.</li> <li>• En ocasiones el diseñador tiende a seleccionar sólo materiales conocidos por desconocimiento de los nuevos materiales y sus propiedades.</li> <li>• Al no tener a la disposición la información de los diferentes proveedores y fabricantes de los materiales, se tiende a usar siempre el mismo, lo cual sesga la compra y el diseño.</li> <li>• Se necesita más tiempo para buscar la información en bibliotecas virtuales o libros.</li> </ul>

**Tabla 5.** Proceso de selección de material en los procesos de diseño.

Entonces, una biblioteca de materiales puede ayudar al ingeniero de diseño a resolver preguntas e inquietudes que surgen en el proceso de diseño a la hora de seleccionar el material, como por ejemplo: ¿cómo elegir el material adecuado para un diseño si existen tantos materiales diferentes disponibles?, ¿cómo comparar la diferencia entre un material cálido o frío, rígido o flexible,

reflectivo o brillante, mate o con textura, sonoro o resonante? Teniendo la posibilidad de las muestras físicas, el ingeniero de diseño puede tocar, oler, ver y sentir un material para comparar y elegir el más apropiado y óptimo.<sup>12</sup> Al facilitar la respuesta a estas preguntas se reduce el tiempo en la toma de decisiones para la selección de materiales, haciendo el proceso más eficiente. Se potencia la innovación dado que la biblioteca de materiales está actualizada con los materiales más innovadores disponibles. Contribuye al desarrollo de productos con menor impacto ambiental porque desde el diseño se tienen en cuenta las características contaminantes del material, además favorece la optimización del ciclo de vida del producto, pues un producto bien diseñado desde su función, apariencia y producción es un producto más duradero en el tiempo, teniendo en cuenta además que se pueden hacer consideraciones para el final de la vida útil.

### **2.2.3 Ergonomía del usuario**

Es importante para el desarrollo del producto dentro de las consideraciones del usuario, tener en cuenta sus medidas antropométricas pues son éstas las que definen las medidas del producto para que, desde la estética y la funcionalidad, el producto sea eficaz.

A continuación se presentan las abstracciones de la antropometría necesarias para el diseño de la biblioteca. (La información completa referente a las medidas antropométricas requeridas para el producto se encuentra en el ANEXO 3. Ergonomía.)

En las imágenes 17, 18 y 19 se muestran los diferentes ángulos de movimiento que permite la cabeza, el campo de visión horizontal, así como la proyección de estos ángulos a una distancia de 50 centímetros. Estos ángulos deben considerarse para la exhibición de las muestras dentro de la biblioteca.

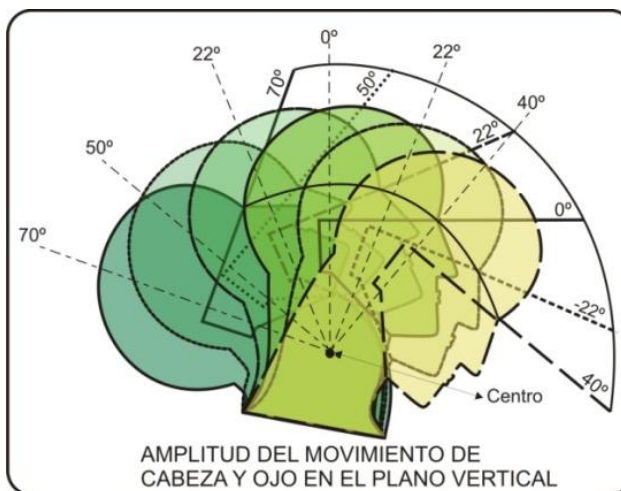
Teniendo en cuenta que la biblioteca estará compuesta por varios módulos, es necesario considerar las medidas ergonómicas para la distribución de dichos módulos en el espacio donde estará ubicada la biblioteca.

En las imágenes 20, 21, 22 se muestra una síntesis de las principales medidas que se deben tener en cuenta en la distribución interior de los módulos de la biblioteca. Las tablas complementarias, así como las figuras completas se encuentran en el anexo 3.

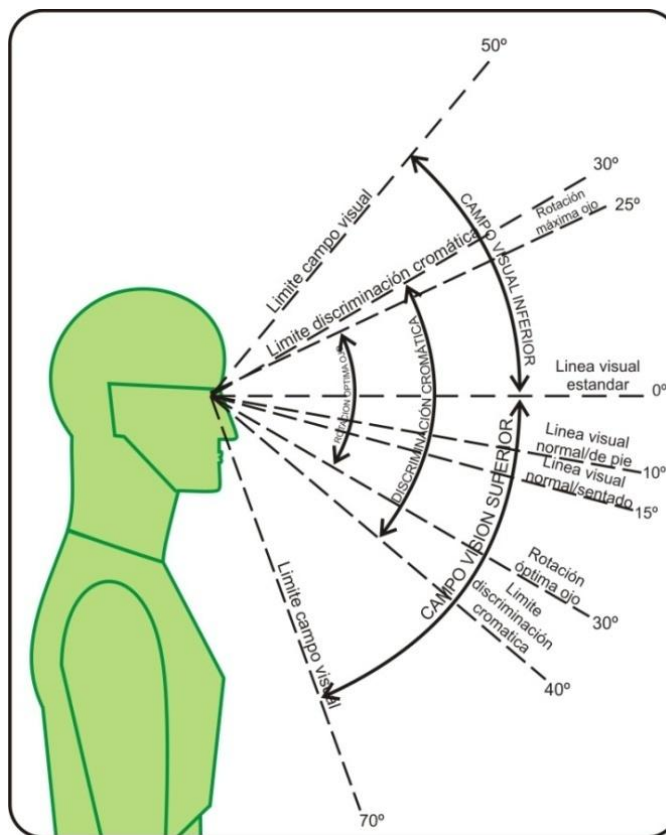
---

<sup>12</sup> ASHBY, Mike y JOHNSON, Kara. Materials and Design. The Art and Science of Material Selection in Product Design.





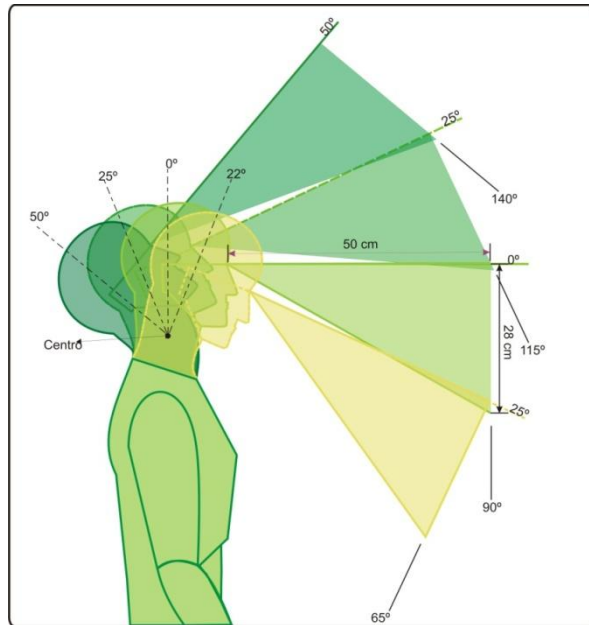
**Imagen 17.** Amplitud del movimiento de cabeza y ojo en el plano vertical.<sup>13</sup>



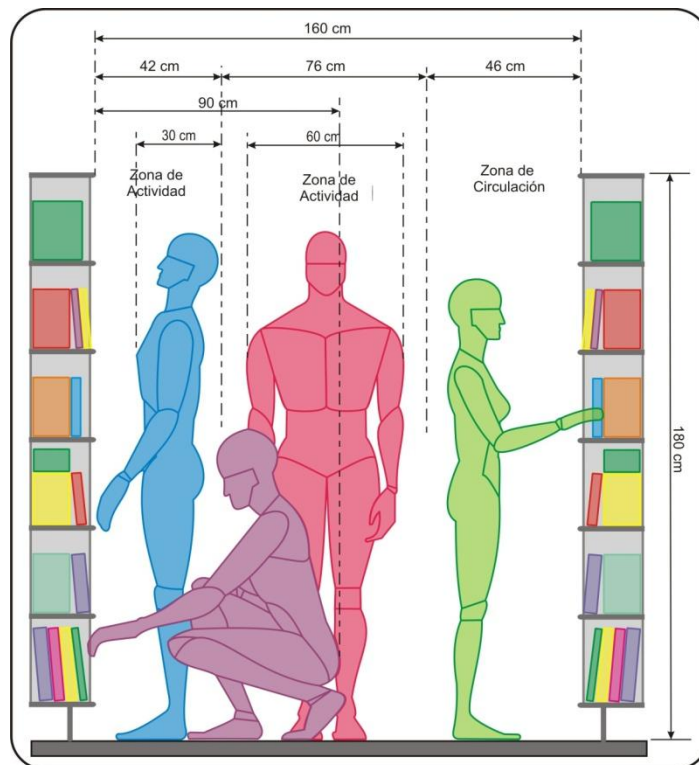
**Imagen 18.** Campo visual en el plano horizontal.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 10 ed. MÉXICO: G. GILI, 2002. Pág. 288.

<sup>14</sup> PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 10 ed. MÉXICO: G. GILI, 2002. Pág. 287.

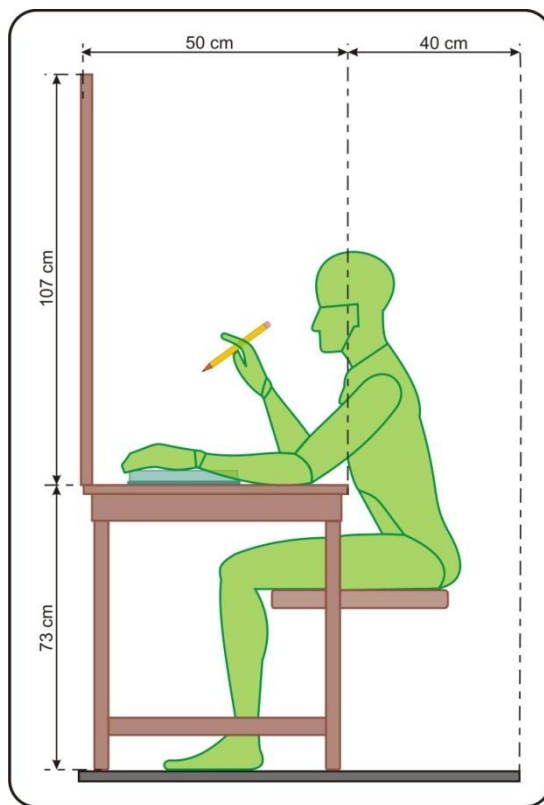


**Imagen 19.** Amplitud del movimiento de cabeza y ojo en el plano vertical, proyectado a 50 cm.

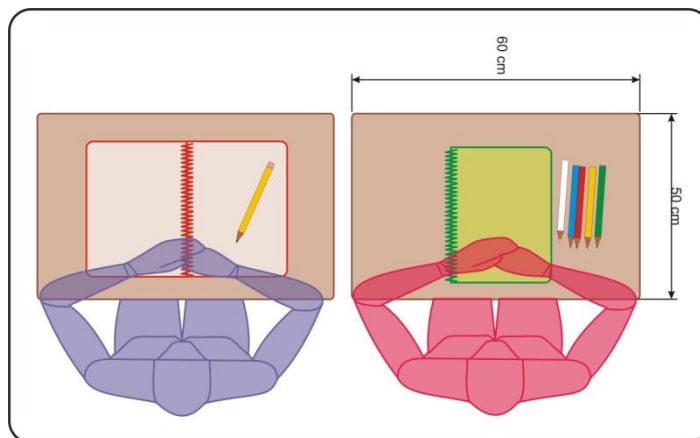


**Imagen 20.** Librería o biblioteca. Zona de exposición.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 10 ed. MÉXICO: G. GILI, 2002. Pág. 203.



**Imagen 21.** Banco de trabajo.<sup>16</sup>



**Imagen 22.** Módulos de trabajo adyacentes.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 10 ed. MÉXICO : G. GILI, 2002. Pág. 287.

<sup>17</sup> PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 10 ed. MÉXICO : G. GILI, 2002. Pág. 288.

## 2.3 DEFINICIÓN DE FUNCIONES

Luego de haber definido lo que es una biblioteca de materiales en las generalidades del proyecto y después de tener claras las características de cada una de las bibliotecas encontradas en la investigación y sintetizadas anteriormente en el estado del arte, se establecieron unas funciones que también, teniendo en cuenta al usuario, son requeridas para el diseño del producto.

Para el aprovechamiento de la información recolectada se sintetizó la información por medio de herramientas del diseño conceptual, las cuales se enumeran a continuación.

### 2.3.1 Caja negra

En la siguiente caja negra (imagen 23) se presenta la función principal de uso del producto que en este caso se define como **almacenar**, ya que se considera que el ubicar y exponer las muestras de materiales y la información requiere de un almacenamiento dentro de un lugar específico que serían los módulos, los que a su vez estarán ubicados dentro de la biblioteca.



Imagen 23. Caja negra del uso del producto.

Del mismo modo en la imagen 24 se plantea una caja negra que define la función principal, ya no desde su uso, sino desde la funcionalidad como producto. Se define como **integrar**, porque se considera que la función de la biblioteca como producto integral es organizar en un solo sitio una serie de elementos relacionados con las muestras de materiales, las fichas de información, los módulos o estanterías y la información en formato digital; y **comunicar**, pues el producto busca transmitir al usuario una información que está integrada dentro de la Biblioteca.



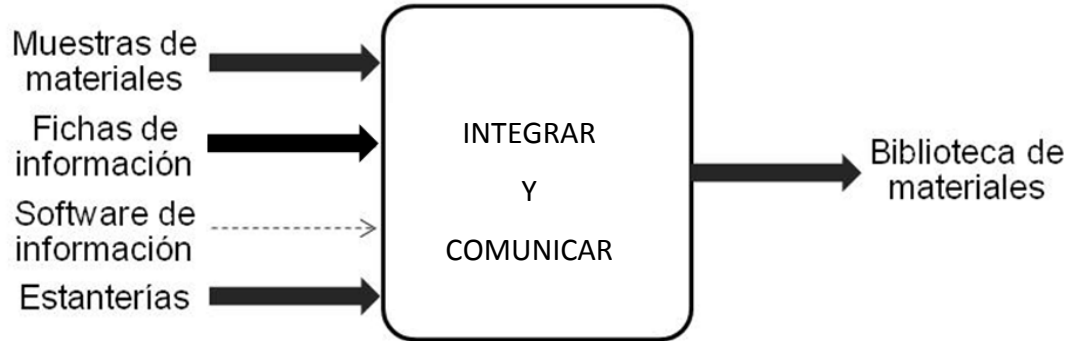


Imagen 24. Caja negra del producto.

### 2.3.2 Estructura funcional

Siguiendo la metodología del diseño conceptual, luego de definir la función principal del producto, se descompone dicha función en sus funciones secundarias o, dicho de otra manera, en las funciones necesarias para llevar a cabo la función principal. Teniendo esto se establece que el producto debe **relacionar** las muestras físicas de materiales con su respectiva información; posteriormente es necesario **almacenar** o contener estas muestras relacionadas de manera que el usuario pueda **interactuar** con ellas de manera conjunta o independiente y de esta manera tener como resultado un usuario informado. La relación gráfica de dicha funciones es llamada *estructura funcional* y puede observarse en la imagen 25.

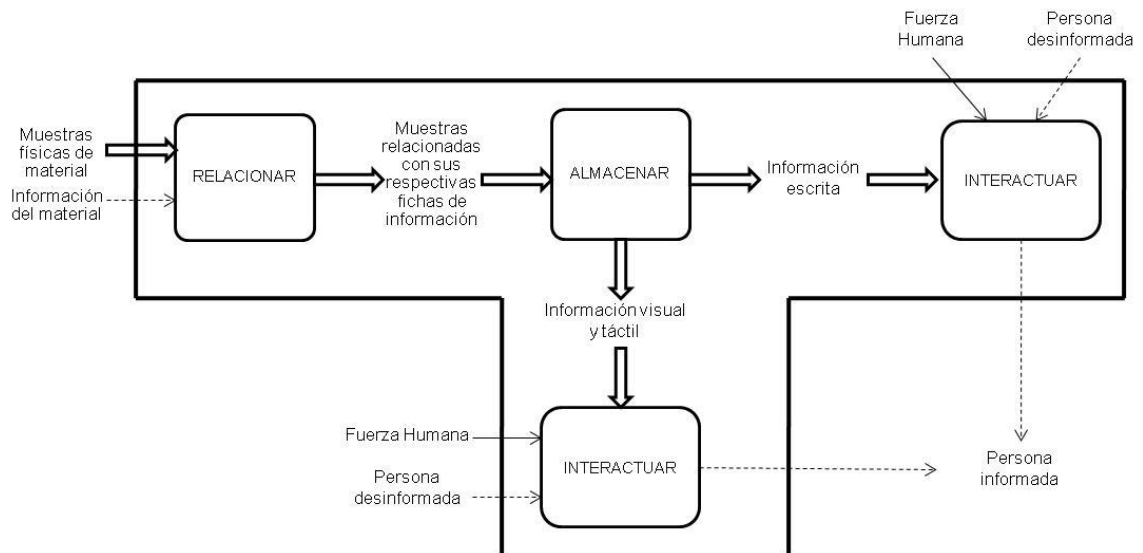


Imagen 25. Estructura funcional del producto.

2.3.3 Matriz de Portadores de Función

Luego de definir las funciones necesarias para que el producto cumpla a cabalidad su función principal, es necesario definir cómo se realizan dichas funciones, esto es, establecer diferentes maneras de cómo esta función podría realizarse en el producto por medio de *portadores de función*, que se ubican dentro de una matriz llamada *matriz de portadores de función*, que puede observarse en la tabla 6.

FUNCIÓN	RELACIONAR	ALMACENAR	INTERACTUAR 1	INTERACTUAR 2
PORTADOR 1	Etiqueta	Estantería	Cuadernos	Bolsa
PORTADOR 2	Ficha de información	Mesa	Listas	Caja transparente
PORTADOR 3	Caja	Vitrina	Imagen + Resumen de información	Pegado de una lámina
PORTADOR 4	Muestra de material + Ficha de información	Archivador		

Tabla 6. Matriz de Portadores de Función del producto.

2.3.4 Rutas de la matriz de Portadores de Función

FUNCIÓN	RELACIONAR	ALMACENAR	INTERACTUAR 1	INTERACTUAR 2
PORTADOR 1	Etiqueta	Estantería	Cuadernos	Bolsa
PORTADOR 2	Ficha de información	Mesa	Listas	Caja transparente
PORTADOR 3	Caja	Vitrina	Imagen + Resumen de información	Pegado de una lámina
PORTADOR 4	Muestra de material + Ficha de información	Archivador		

Tabla 7. Matriz de Portadores de Función del producto con sus rutas.

Al tener diferentes formas de realizar la función, pueden presentarse portadores de función que no sean compatibles entre sí, o que simplemente por su forma o funcionalidad se relacionen mejor con otro de los portadores de las funciones consecuentes. Por esta razón se deben definir *rut*as dentro de la matriz de portadores de función, que son alternativas de cómo se conectarían las funciones dentro del producto.

En la tabla 7 se encuentran las rutas establecidas, que serán evaluadas más adelante luego de definir unos criterios de evaluación basados en los requerimientos y especificaciones definidos para el producto.

## 2.4 ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DEL PRODUCTO

Para el diseño de la biblioteca es necesario establecer unas especificaciones para el producto, que sirven como herramienta para plantear desde el inicio de la generación de alternativas, propuestas viables y que cumplan con los requerimientos que plantea tanto el usuario como el entorno y las necesidades funcionales.

Para definir dichas especificaciones y requerimientos se utilizan herramientas del diseño conceptual como la definición de un PDS (Product Design Specifications) o Especificaciones de Diseño de Producto y la evaluación de las rutas de la matriz de portadores de función de acuerdo con las especificaciones definidas en el PDS.

### 2.4.1 PDS (Especificaciones de Diseño de Producto)

La información recolectada previamente en la etapa de investigación sobre el usuario, el contexto y el estado del arte de las bibliotecas existentes, es interpretada para establecer unos requerimientos y especificaciones de diseño del producto. Esta información se condensa en un *PDS*, que puede observarse en la tabla 8.

PDS	DEMANDA	DESEO	REQUERIMIENTO
DESEMPEÑO	Que tenga las muestras físicas del material sobre el cual está brindando información.		De 50 a 100 muestras físicas de materiales.
	Que la muestra de material permita visualizar, tocar y oler sus características.		Dimensiones mínimas de 8 x 8 cm
	Que la muestra del material tenga información técnica asociada.		Cada muestra cuenta con una ficha técnica en donde se proporciona la información relacionada al material.

		Que existan diferentes muestras del mismo material con diferentes acabados o procesos de transformación.	Existen diferentes muestras de cada tipo de material, con diferentes acabados superficiales y/o procesos de transformación.
		Que existan imágenes asociadas a productos que utilicen el material.	
	Que la biblioteca solo posea materiales que se puedan conseguir en la ciudad de Medellín.		La información que se encuentra en la biblioteca está relacionada inicialmente solo a materiales que tengan proveedor en la ciudad de Medellín.
MANTENIMIENTO		Que las fichas en donde se encuentran las muestras no se desgaste con la limpieza.	El material de las fichas técnicas es resistente a la limpieza con paño húmedo.
	Que sea fácil de limpiar.	Que se pueda limpiar rápido.	El mantenimiento de cada módulo es rápido y sencillo. En un intervalo de tiempo Max de 20 min.
			Superficies lisas, excepto las de agarre.
	Que la estantería no se desgaste con la limpieza.		El material de la estantería resiste el uso de detergentes limpiadores.
	Que el lugar este protegido de la contaminación ambiental y/o la generada en el edificio de ingenierías (que es el lugar propuesto para la ubicación inicial de la biblioteca).		La habitación donde está ubicada la biblioteca es cerrada, y dispone de una puerta de acceso que debe permanecer cerrada.
TAMAÑO	Que se pueda circular entre las estanterías.	Que sea cómoda y se pueda ubicar al menos una persona entre ellas.	La distancia antropométrica mínima para aéreas de circulación es de 76.9 cm.
	Que el tamaño de la ficha donde está ubicada la muestra sea fácil de leer.		El tamaño de la ficha en donde se encuentra la muestra es de máximo 4 veces el tamaño de la muestra. El tamaño del texto de la ficha es de 14 puntos para los títulos y la información más importante y de 12 puntos para la información secundaria.
	Que la estantería tenga una altura adecuada para la manipulación de la muestra.		La altura máxima de cada módulo es de 2 metros

	Que las muestras se vean ordenadas dentro de la estantería.	Que las muestras no se vean amontonadas dentro de la estantería.	El número de muestras por lado de estantería es de máximo 20.
ESTETICA	Que todo el producto utilice el mismo lenguaje formal.	Que todas las fichas utilicen el mismo lenguaje grafico.	Tanto la biblioteca como las fichas de información tienen una imagen grafica asociada, así como una diagramación que es coherente en todas ellas.
		Que las estanterías conserven una coherencia formal.	Los módulos y los elementos contenidos y asociados a estos mantienen una similitud formal.
	Que la biblioteca tenga señalización de ubicación.		Cada módulo cuenta con una lista general de los materiales que se encuentran ubicados en ella.
PARTES ESTANDAR	Que el producto posea piezas comerciales.	Que las piezas sean fáciles de conseguir.	Al menos el 50% de las partes son comerciales
		Que las piezas se consigan en el mercado nacional	
USUARIO	Que el usuario tenga la capacidad física y mental para buscar la información.	Que sea fácil de manejar.	Estudiantes de Ingeniería de diseño de producto de la Universidad Eafit.
COSTOS	Que los materiales sean económicos pero resistentes.		El 80% de las muestras que se ubicaran en la biblioteca, provienen de donaciones de empresas del sector.
	Que el producto tenga pocos procesos de manufactura para minimizar costos.		Procesos de manufactura estándar, para las piezas que componen la biblioteca.
DESECHOS	Que la mayoría de los materiales sean reciclables.		Que tenga el 80% de las piezas son reutilizables o reciclables.

DOCUMENTACION	Que la biblioteca posea un reglamento para su funcionamiento y acceso.	Que tenga información que explique el funcionamiento de la biblioteca.	La biblioteca está dotada de reglas de usuario, reglamento de uso y manual de funcionamiento.
ERGONOMIA	Que la biblioteca cumpla con el percentil colombiano.	Que sea cómoda de usar.	Según los movimientos realizados por los usuarios para el uso de la biblioteca, se tienen en cuenta las dimensiones humanas antropométricas.
	Que su manipulación no exija muchos esfuerzos		Máximo movimientos clase 3.
	Que las funciones sean fácilmente identificables		Utilización de códigos de color para diferenciar los materiales. Utilización de símbolos universales.
CONFIABILIDAD	Que cumpla la función requerida a cabalidad.		La biblioteca esta actualizada inicialmente a los materiales que se encuentran disponibles en la ciudad de Medellín.
	Que sus partes sean un todo.		La biblioteca forma una sola unidad conformada por entre 4 a 24 módulos.
	Que los materiales no sean nocivos para la salud.		Los materiales seleccionados no deben desprender colorante ni químicos nocivos para la salud.
	Que funcione bien durante mucho tiempo		Cada uno de los módulos de la biblioteca requiere de mantenimiento preventivo una vez al año.
VIDA DE SERVICIO	Que funcione correctamente.		Cada ficha de la biblioteca, permite su actualización de manera individual.
			Los módulos están optimizados de manera que se ubica en ellos el mayor número posible de muestras. Teniendo en cuenta las condiciones antropométricas establecidas.
	Que no se deteriore.	Que la apariencia se conserve.	Que sus materiales sufran deterioro de acuerdo a la vida de servicio.




SEGURIDAD	Que la biblioteca posea buena señalización en cuanto al manejo.	Que posea señales visuales.	La biblioteca posee señales visuales estandarizadas que explican al usuario su correcto manejo.
	Que la Biblioteca y las muestras sean seguras para el usuario.		Las muestras presentan bordes achaflanados o radios moldeados con un radio mínimo de 1 mm
MATERIALES	Que la biblioteca tenga los mejores materiales para su funcionamiento	Que los materiales de las estanterías resistan el uso y el abuso normal del usuario.	La biblioteca es construida con materiales resistentes como metales, polímeros y maderas.
			La biblioteca antes de su funcionamiento tiene pruebas de usuario para comprobar la resistencia de los materiales, además de su estabilidad.
FACILIDAD DE MANUFACTURA	Que cada pieza del modulo sea fácil de construir, con tecnología existente.	Qué la geometría sea adecuada para cada proceso.	Piezas maquinadas en torno, fresadora y rectificadora.
	Que sea posible de construir en las instalaciones de la Universidad EAFIT		Utilización de maquinas de control numérico CNC si se es posible.
PROCESO DE MANUFACTURA	Que los procesos de manufactura de cada pieza sean sencillos y viables para la construcción.		Utilización de los talleres de: Modelos, prototipos, moldes, maquinas y herramientas y soldadura.
			Inyección y termo formado para las piezas plásticas.
ENTORNO	Que se pueda visualizar todo lo contenido en la biblioteca.	Que se acople a varios contextos.	Maquinado con fresadora, torno y rectificadora.
			Ensamble de piezas estándar 30% - 40%
INSTALACIÓN		Que los módulos sean fáciles de instalar.	Buena relación entre usuario, producto y contexto.
			La biblioteca cuenta con sistemas de iluminación.
			El diseño de los módulos de la biblioteca permite ver todas las muestras de cada módulo en una vista general.
			La unión entre los módulos no requiere más de 12 elementos de sujeción.
			La instalación de los módulos de la biblioteca no requiere de más de 3 personas.

**Tabla 8.** Especificaciones de Diseño del Producto.

### 2.4.2 Evaluación de las rutas de la Matriz Morfológica

Luego de tener definidas las especificaciones y los requerimientos que debe cumplir la biblioteca y habiendo definido anteriormente unas rutas de la matriz morfológica para el desarrollo de funciones dentro del producto, es necesario evaluar dichas rutas para determinar cuál es la óptima e introducirla en el producto.

En la tabla 9 se presentan los criterios de evaluación y los valores asignados a cada criterio, para cada ruta, de acuerdo con las exigencias presentadas en el PDS.

CRITERIO	 RUTA 1	 RUTA 2	 RUTA 3
Mayor Contenido de muestras físicas.	3	5	5
Mayor acceso a la muestra.	1	5	5
Que permita tener la información junto con la muestra.	1	3	5
El diseño permite el acceso a las muestras para su mantenimiento.	3	5	5
El diseño no presenta zonas tediosas para la limpieza (ranuras, ángulos cerrados).	1	3	3
El diseño permite que se puedan agregar o retirar módulos.	1	5	5
El diseño permite la circulación de personas.	3	5	5
El diseño permite que la información sea leída sin necesidad de retirar la muestra de su lugar de ubicación.	1	3	5
El diseño permite el acceso a las muestras sin necesidad de elementos adicionales.	1	3	3
El diseño permite un orden de las muestras.	5	5	5
El diseño posee el mayor número de piezas estándar.	5	3	3
El diseño tiene consideraciones ergonómicas de acuerdo con el percentil colombiano.	5	5	5



El uso del producto no requiere esfuerzos por parte del usuario final.	3	5	5
El diseño comunica la forma de uso del producto.	3	3	5
El diseño presenta una coherencia formal entre todos los elementos que lo componen.	1	3	5
TOTAL	37	61	69

**Tabla 9.** Criterios de evaluación de la matriz de portadores de función.

Después de evaluar cada ruta se encontró que la mejor alternativa para la realización de las funciones dentro de la biblioteca es la **ruta 3**, donde se plantea **relacionar** la información del material y la muestra por medio de una ficha asociada a la muestra, **almacenar** estos elementos en una estantería y que el usuario **interactúe** con la biblioteca mediante un resumen de la información del material con una imagen asociada y que a su vez pueda **interactuar** con la muestra que se encuentra exhibida en una lámina que soporta la estantería de la biblioteca.

## 2.5 GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

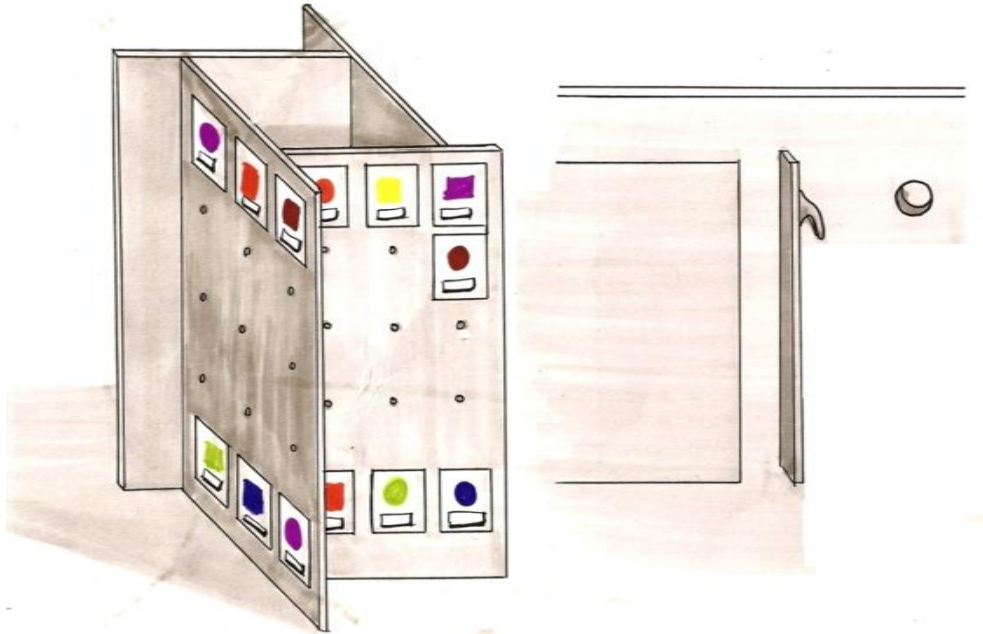
### 2.5.1 Alternativas

Luego de tener claros los requerimientos y las especificaciones del producto, teniendo como punto de partida la ruta de la matriz morfológica, con los portadores de función más apropiados para el desarrollo del producto y habiendo desarrollado previamente una exploración formal del referente del producto, se procede a realizar una serie de alternativas básicas de las cuales, después de hacer una evaluación, se seleccionaría una que sería un nuevo punto de partida para desarrollar una propuesta formal, donde se realiza una modelación 3D y a la cual luego de definir el diseño de detalle es posible efectuarle un análisis de resistencia para comprobar que la estructura del producto soporte las exigencias del PDS.

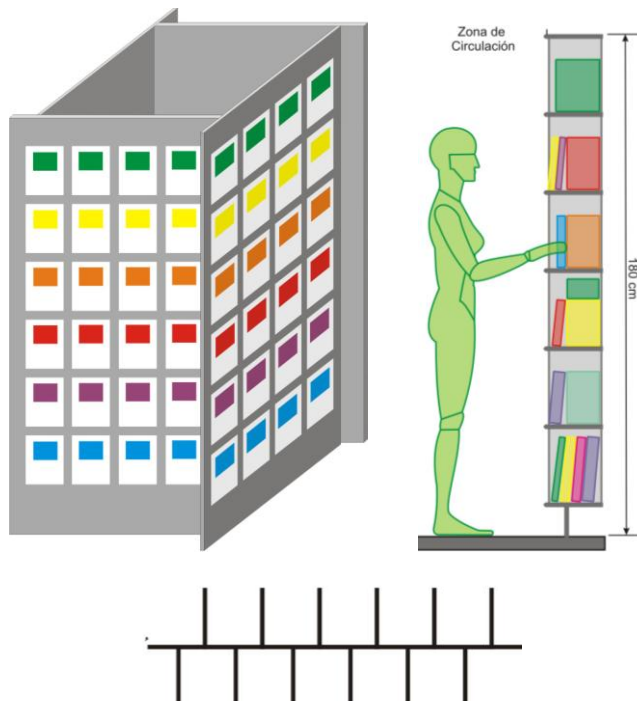
#### 2.5.1.1 Alternativa 1

La alternativa 1 está compuesta por módulos cuadrados, como se muestra en la imagen 26. Cada módulo está constituido por cuatro láminas de madera ensambladas por medio de tornillos y cada

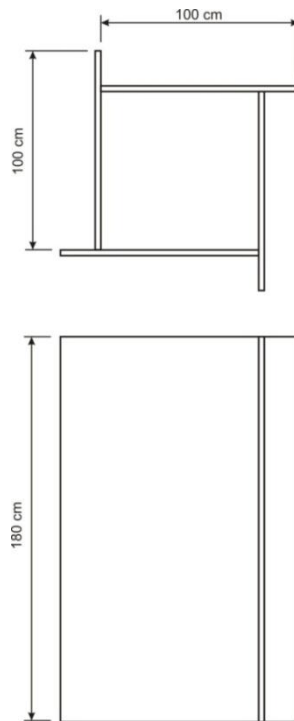
ficha con la muestra se une también al módulo por medio de tornillos. El número de módulos depende del espacio destinado para la biblioteca.



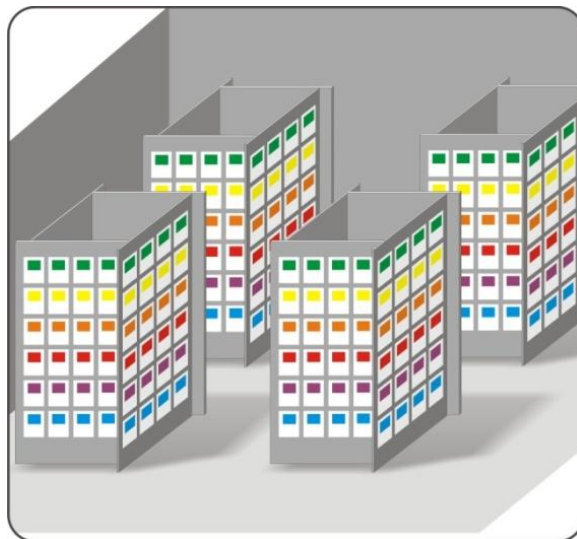
**Imagen 26.** Sketch de la alternativa 1.



**Imagen 27.** Exploración formal, ergonomía e isométrico de la Alternativa 1.



**Imagen 28.** Medidas básicas de la alternativa 1.



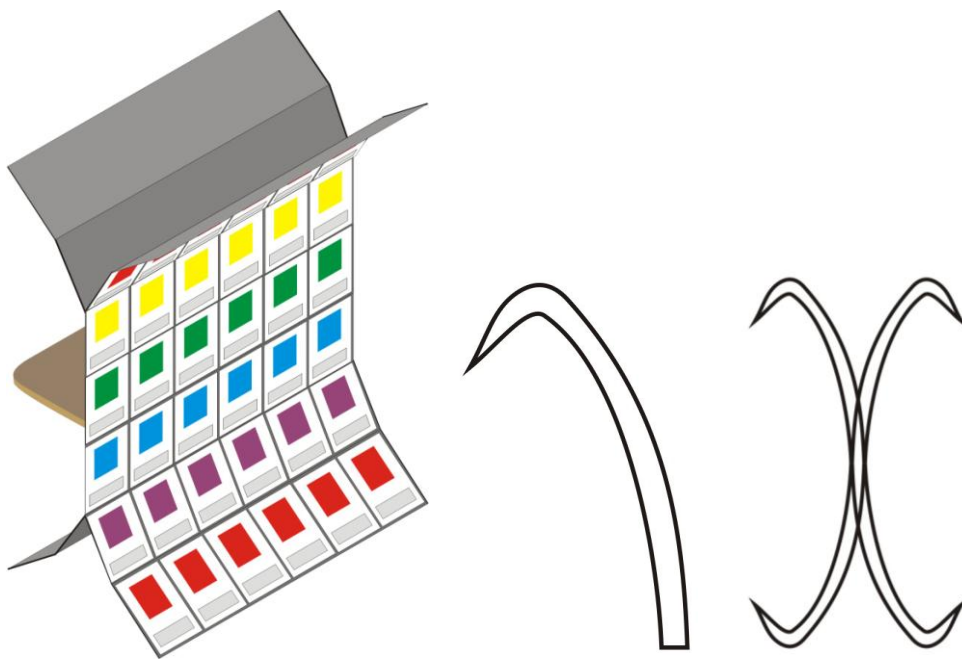
**Imagen 29.** Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 1.

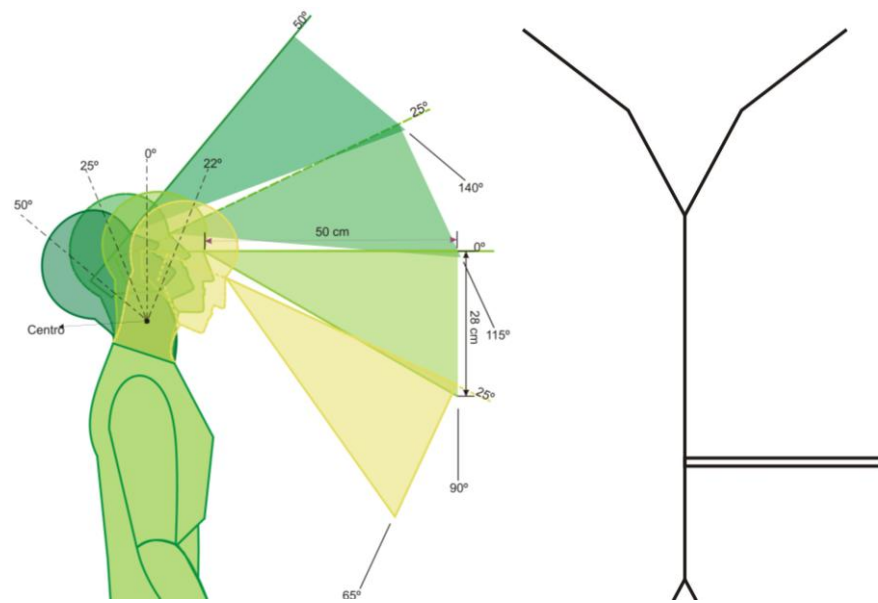
### 2.5.1.1 Alternativa 2

El módulo de la alternativa 2 está compuesto por una estructura metálica de perfilaría de aluminio y rieles en donde se ubican las fichas con la muestra y la información del material. Existe también otro módulo alterno con dos superficies destinadas para área de trabajo, para que el usuario pueda realizar trabajos dentro de la biblioteca.

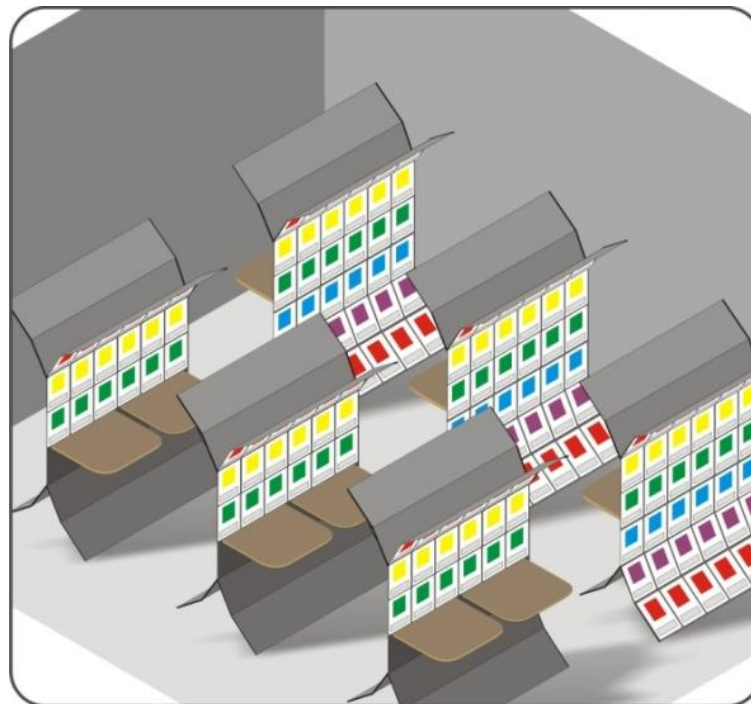


Imagen 30. Sketch de la alternativa 2.

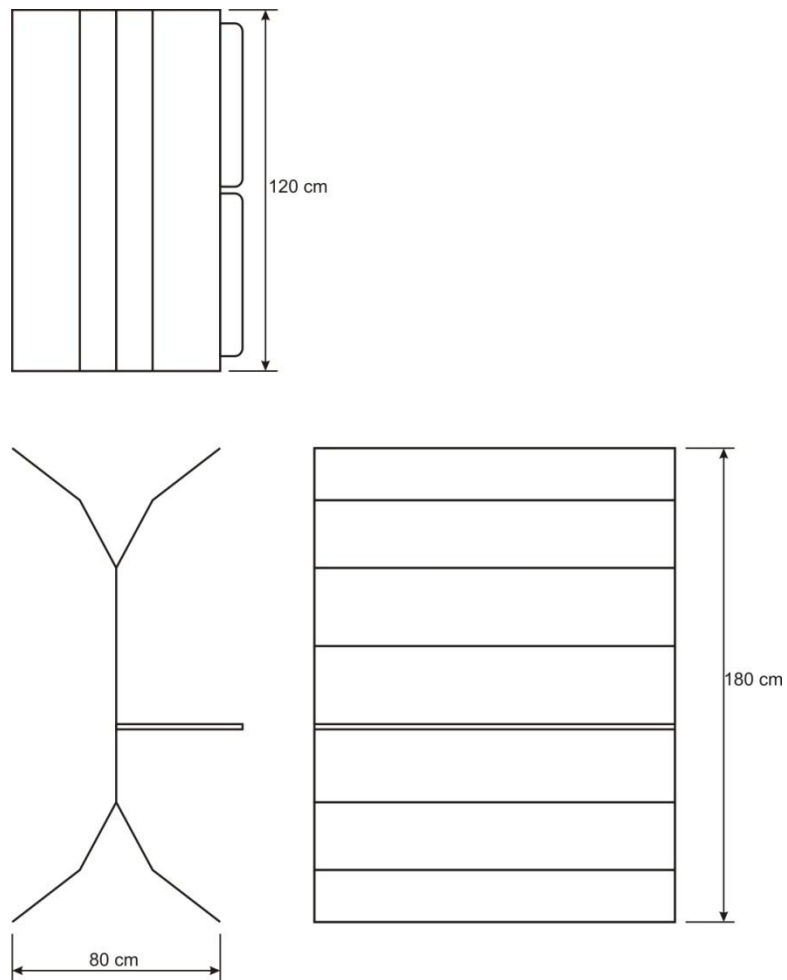




**Imagen 31.** Exploración formal, ergonomía e isométrico de la Alternativa 2.



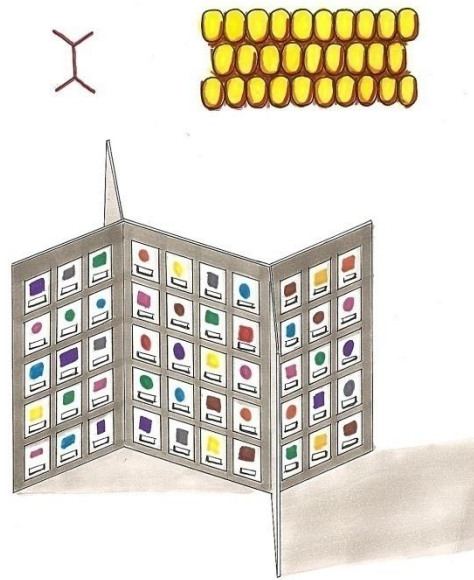
**Imagen 32.** Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 2.



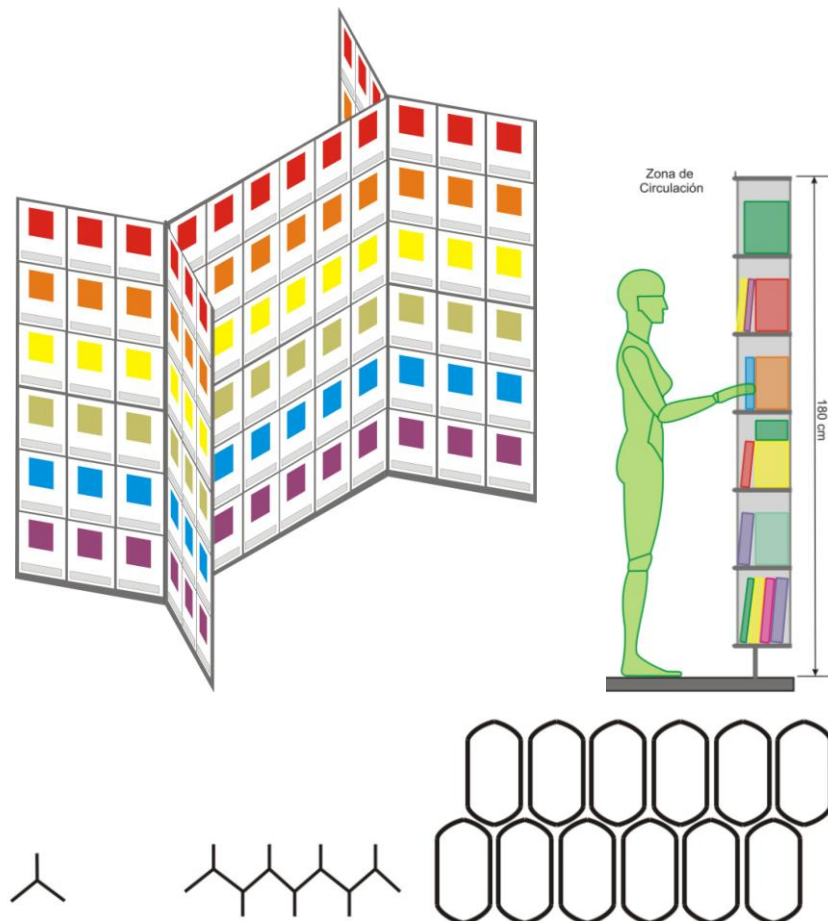
**Imagen 33.** Medidas básicas de la alternativa 2.

### 2.5.1.2 Alternativa 3

La alternativa 3 la componen una serie de láminas de madera unidas por medio de bisagras que permiten la movilidad de los módulos de acuerdo con el ángulo que se desee dentro de la biblioteca. Las fichas van unidas independientemente a los módulos por medio de elementos de sujeción de fácil ensamblaje para facilitar la actualización de la información.

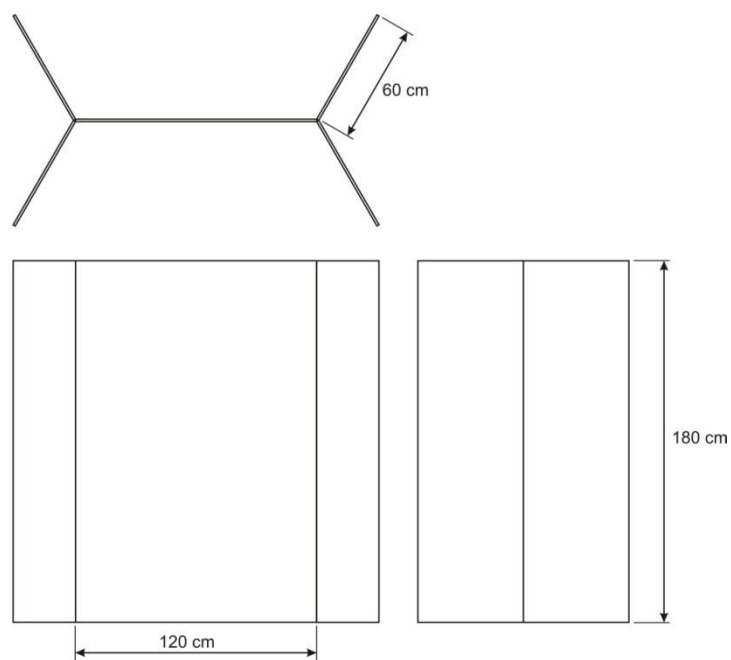


**Imagen 34.** Sketch de la alternativa 3.

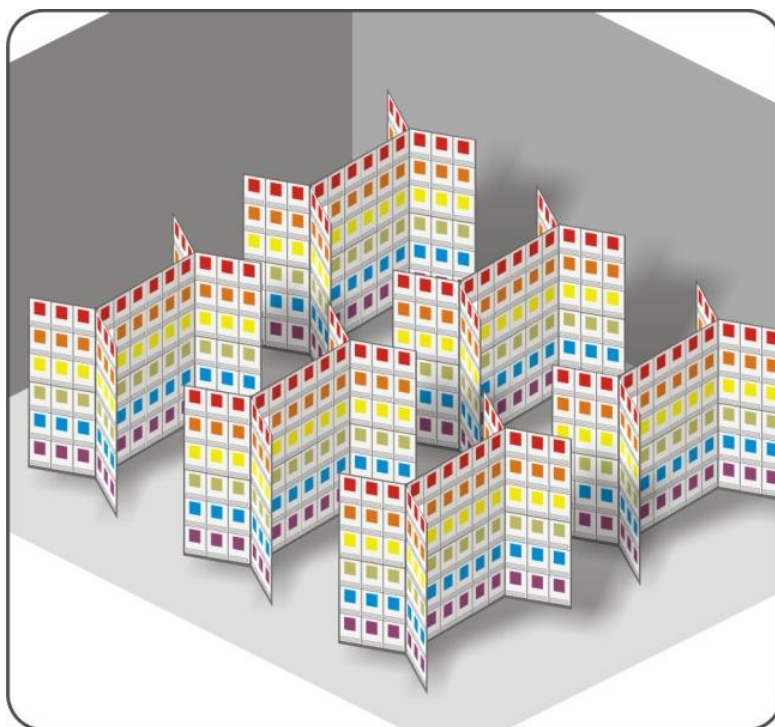


**Imagen 35.** Exploración formal, ergonomía e isométrico de la alternativa 3.





**Imagen 36.** Medidas básicas de la alternativa 3.



**Imagen 37.** Distribución de los módulos dentro del espacio de la alternativa 3.



## 2.6 DISEÑO GRÁFICO

Es necesario, para el diseño de la Biblioteca, introducir una serie de elementos de contenido gráfico relacionados con el nombre y un logo para el producto que logren darle identidad. Esta imagen gráfica llevada a las fichas de contenido de muestras y de información, así como a los elementos comunicativos dentro de la Biblioteca y al programa de búsqueda virtual, serían los que lograrían una unidad en todos los elementos logrando un producto integral que comunique sus funciones, que ayude al producto a cumplirlas y que sea amigable con el usuario.

Dentro del análisis formal realizado sobre las formas del referente, al simplificar líneas, sustraer siluetas más simples y hacer composiciones entre ellas, se encontraron ciertas formas con las cuales podría hacerse una composición formal tanto para la estética del producto como los componentes gráficos.

En la imagen 38 se presenta la sustracción de formas del referente y en la imagen 39 se muestran las dos figuras seleccionadas de dicha sustracción para la composición del diseño gráfico. Esta selección se realizó teniendo en cuenta la función principal del uso del producto que busca **integrar** diferentes tipos de información asociadas a un mismo elemento.

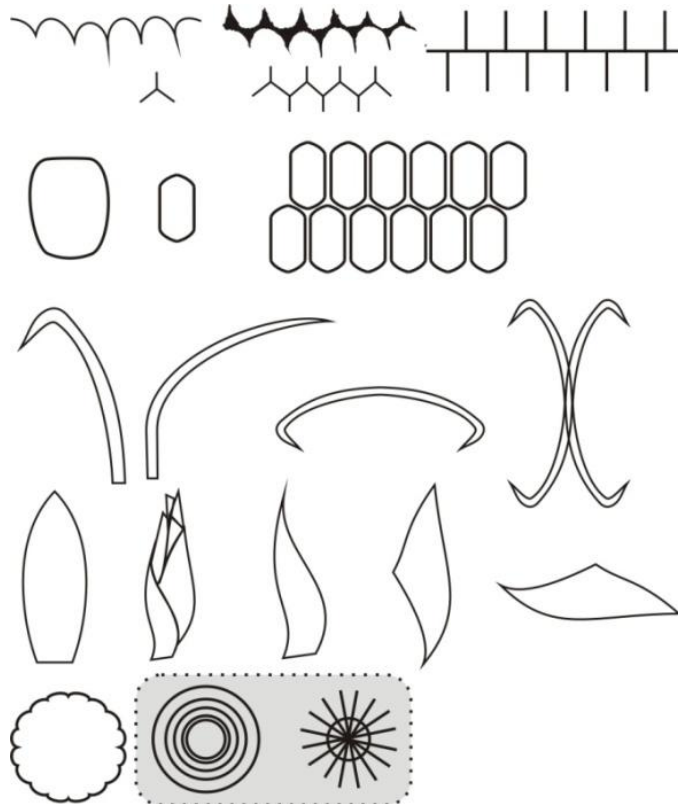


Imagen 38. Exploración formal del referente.

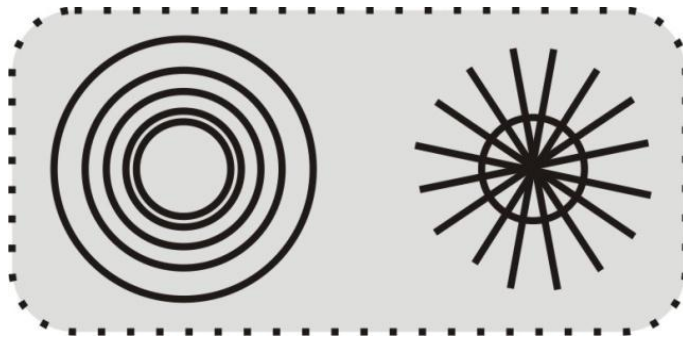


Imagen 39. Elementos selección para la composición del diseño gráfico.

### 2.6.1 Nombre

Como se mencionó anteriormente en las generalidades del proyecto, en la definición de una biblioteca de materiales, la palabra biblioteca viene de las palabras griegas *biblion* (libro) y *tekes* (caja). Considerando que la principal función de la biblioteca de materiales es la exposición de muestras de materiales, se ha cambiado el prefijo *biblio* de libros por el prefijo **materio** de materiales. Así, se ha asignado el nombre a la biblioteca de materiales de **MATERIOTECA**. Acompañado de la caracterización de **centro de inspiración**, dada su naturaleza inspiradora descrita anteriormente.

MATERIOTECA

MATERIOTECA

materioteca

materioteca

Imagen 40. Fuentes preliminares para el nombre.

La fuente seleccionada es la que se encuentra resaltada en el recuadro de la imagen 40.

MATERI  TECA

materi  teca

MATERI  TECA

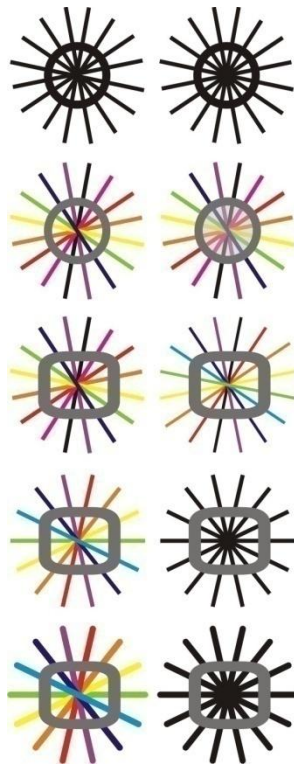
materi  teca

**Imagen 41.** Integración de los elementos escogidos con la fuente escogida.

Los elementos seleccionados para el desarrollo del logo se encuentran resaltados en la imagen 41.

### **2.6.2 Logo**

De los elementos escogidos anteriormente, que simbolizan unidad e integridad como alternativa de logo, se escogió el que se percibe en la imagen 42, el cual sufre algunas modificaciones utilizando la fuente escogida para el nombre y los colores que representaran la biblioteca. El logo le dará unidad al diseño grafico de la Materioteca proporcionando diferenciación y de esta manera se logrará recordación.



**Imagen 42.** Evolución del Logotipo de la Biblioteca.



**Imagen 43.** Nombre de la biblioteca con el logotipo.



**Imagen 44.** Nombre y logotipo final de la Biblioteca.

### 2.6.3 Diseño de las fichas de información y muestras

Para la exhibición de las muestras de materiales dentro de los módulos en la biblioteca es necesario establecer la forma como se presentará la información. De acuerdo con lo establecido en el PDS y en la matriz morfológica del producto las muestras estarán ubicadas sobre una ficha que, además de ser apta para ser ubicada en la biblioteca, deberá contener una información relacionada con la muestra.














Imagen 45. Diagramación de la ficha.

MUESTRA

nombre del material

INFORMACIÓN

**Imagen 46.** Diagramación de la ficha que contiene la muestra física.

<b>Propiedades Sensoriales</b>  brillo  transparencia  estructura  textura  dureza  olor		<b>Mecánicas</b>  resist. a T°.  resist. a intemperie  resist. química  peso  reciclabilidad	
<b>Referencia</b>		<b>Categoría</b>	

**Imagen 47.** Distribución del cajetín de información.

#### 2.6.4 Imagen gráfica para el programa de búsqueda de la Materioteca.

Para el buen funcionamiento de la Materioteca y además para brindarle mayor información de los materiales al usuario, es necesario crear un programa de búsqueda avanzada sobre las muestras de materiales, la cual se propone como un proyecto conjunto a éste, desarrollado por los estudiantes de ingeniería de sistemas la Universidad Eafit. A continuación se plantea la imagen gráfica para el programa.

La página de inicio del programa se observa en la imagen 48, en donde se utiliza el logo como un fondo en marca de agua y la imagen gráfica del nombre en la esquina inferior izquierda. En las siguientes páginas se repite el logo en el centro y el nombre y se agrega la disposición de la información como nombre del producto, categoría, fotos, entre otros.



Imagen 48. Página de inicio del programa de búsqueda.

**BÚSQUEDA**

NOMBRE

CATEGORÍA

**materi@teca** CENTRO DE INSPIRACIÓN

The image shows a search interface. At the top left, the word "BÚSQUEDA" is written in a bold, black, sans-serif font. Below it, there are two input fields. The first is labeled "NOMBRE" and the second is labeled "CATEGORÍA". Both labels are in a bold, black, sans-serif font. To the right of each label is a white rectangular input field with a small grey cursor icon. To the right of each input field is a small version of the colorful radial logo. At the bottom, the word "materi@teca" is written in a lowercase, grey, sans-serif font, with the '@' symbol replaced by the colorful radial logo. To the right of "materi@teca", the words "CENTRO DE INSPIRACIÓN" are written in a smaller, grey, sans-serif font.

Imagen 49. Página de Búsqueda del programa de búsqueda.





Imagen 50. Página de Resultados del Programa de Búsqueda.

### 2.6.5 Imagen gráfica para indicaciones y comunicación dentro de la biblioteca

Dado que la **Materioteca** está concebida como un lugar de uso público, donde el usuario es autónomo en la búsqueda y obtención de la información, es preciso que cuente con algunos indicadores que comuniquen al usuario información relacionada con el tipo de materiales que presenta, así como su clasificación, entre otros indicadores de uso.

Para la identificación del tipo de material dentro de la **Materioteca** se diseñó el panel de información que se muestra en la imagen 51, en el cual se asocia un color a cada tipo de material: cerámico, polímero, natural, metal, compuesto, así como si el material se encuentra dentro de la clasificación de *acabado superficial* o *estructural*.

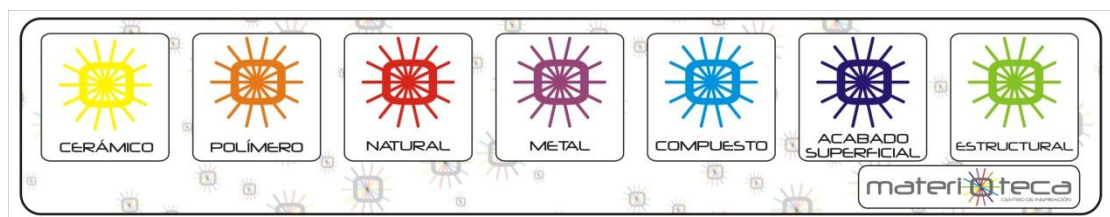


Imagen 51. Indicadores del tipo de material.

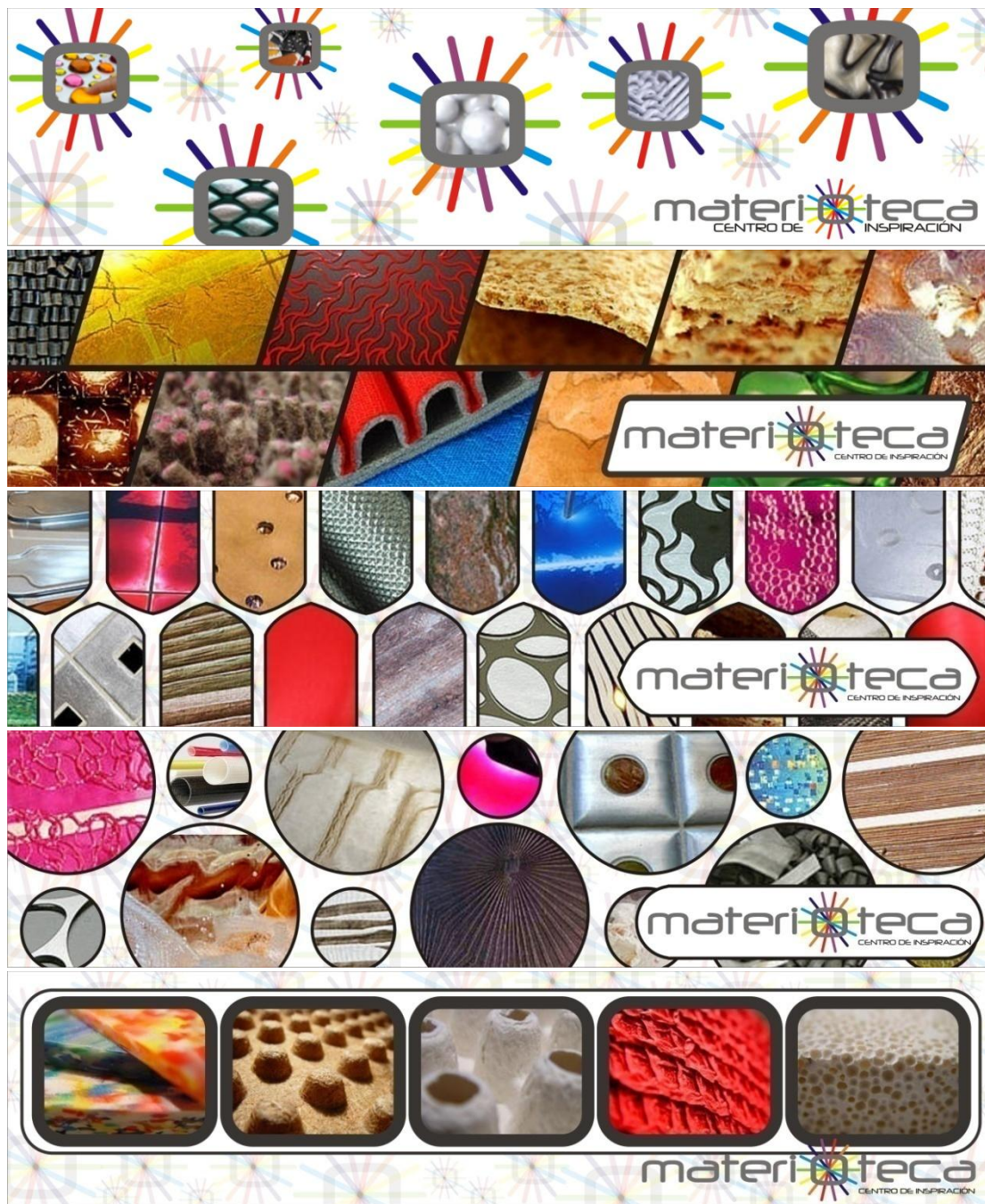


Imagen 52. Propuestas de imagen gráfica para la biblioteca de materiales.

### 2.6.6 Ejemplo del proceso de búsqueda y ubicación de la información dentro de la Materioteca por parte del usuario

El usuario al dirigirse a la **Materioteca**, puede hacerlo tanto para realizar una búsqueda relacionada con las propiedades de un material específico, como para utilizar las muestras expuestas para inspirarse durante un proceso de diseño.

Cuando el usuario se dirige a realizar una búsqueda se encuentra con un programa de búsqueda.



**Imagen 53.** Página de inicio de búsqueda.

Y debe realizar el siguiente procedimiento:

- En el programa de búsqueda puede ingresar el nombre del material que busca o la categoría en la que se encuentra.

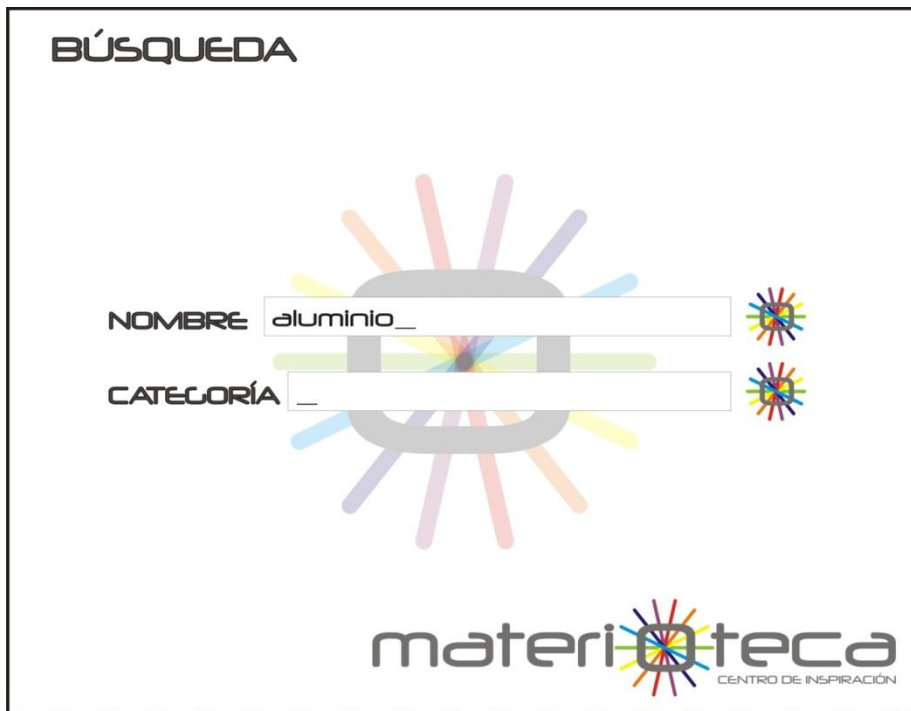


Imagen 54. Página de búsqueda por nombre o categoría.

- Posteriormente , el programa proporcionará la siguiente información:




Imagen 55. Página de resultados con foto 1.



NOMBRE

aluminio



Propiedades

Sensoriales

brillo

Satinado

transparencia

0%

estructura

Cerrada

textura

Suave

dureza

Duro

olor

Ninguno

Mecánicas

resist. a T°

Hasta 660°

resist. a Intemperie

Si

resist. química

Si

peso

Pesado

reciclabilidad

Si


Productos

Laminas, perfiles, tubos, espejos, papel, latas, carpintería metálica, utensilios de cocina, herramientas.

Referencia

0012

Categoría



materioteca

CENTRO DE INSPIRACIÓN

Imagen 56. Pagina de resultados con foto 2.

NOMBRE

aluminio



Propiedades

Sensoriales

brillo

Satinado

transparencia

0%

estructura

Cerrada

textura

Suave

dureza

Duro

olor

Ninguno

Mecánicas

resist. a T°

Hasta 660°

resist. a Intemperie

Si

resist. química

Si

peso

Pesado

reciclabilidad

Si

Productos

Laminas, perfiles, tubos, espejos, papel, latas, carpintería metálica, utensilios de cocina, herramientas.

Referencia

0012

Categoría



materioteca

CENTRO DE INSPIRACIÓN

Imagen 57. Pagina de resultados con foto 3.

85

- Con el número de la referencia, el usuario podrá ubicar la muestra de material dentro de la **Materioteca**. Dicha muestra se encuentra ubicada sobre una ficha con información que se presenta de la siguiente manera:



Imagen 58. Ficha de ejemplo.

## 2.7 PROPUESTA DE RENOVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para que la biblioteca esté constantemente actualizada, se propone que cada semestre, se introduzcan nuevas muestras de materiales con su respectiva información. Los nuevos materiales podrán ser propuestos por los estudiantes o por los profesores de acuerdo con los nuevos desarrollos que se presenten en el medio o según las necesidades expresadas por los usuarios.

## 2.8 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Teniendo definidas estas alternativas en su aspecto básico funcional, se procede a realizar una evaluación con los criterios de evaluación de las rutas de la matriz morfológica, que como se mencionó anteriormente provienen de las especificaciones y requerimientos del producto. En la tabla 10 se muestran los valores asignados para cada criterio de evaluación en cada una de las alternativas propuestas.

De esta evaluación resultó ganadora la alternativa 2, que será la que se tome como solución general para continuar el proceso de diseño y desde la cual se llegaría a la solución final.

CRITERIO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Mayor Contenido de muestras físicas.	3	3	5
Mayor acceso a la muestra.	5	5	5
Que permita tener la información junto con la muestra.	1	5	5
El diseño permite el acceso a las muestras para su mantenimiento.	3	5	3
El diseño no presenta zonas tediosas para la limpieza (ranuras, ángulos cerrados).	1	3	3
El diseño permite que se puedan agregar o retirar módulos.	3	5	3
El diseño permite la circulación de personas.	5	5	3

El diseño permite que la información sea leída sin necesidad de retirar la muestra de su lugar.	5	5	5
El diseño permite el acceso a las muestras sin necesidad de elementos adicionales.	5	5	5
El diseño permite un orden de las muestras.	5	5	5
El diseño posee el mayor número de piezas estándar.	5	3	3
El diseño tiene consideraciones ergonómicas de acuerdo con el percentil colombiano.	5	5	5
El uso del producto no requiere esfuerzos por parte del usuario final.	5	5	5
El diseño comunica la forma de uso del producto.	3	5	3
El diseño presenta una coherencia formal entre todos los elementos que lo componen.	1	5	5
TOTAL	55	69	63

**Tabla 10.** Matriz de evaluación de las alternativas propuestas.

## 2.9 SOLUCIÓN GENERAL

Habiendo evaluado las alternativas, se tiene entonces una propuesta referencia que serviría como punto de partida para desarrollar la propuesta final.

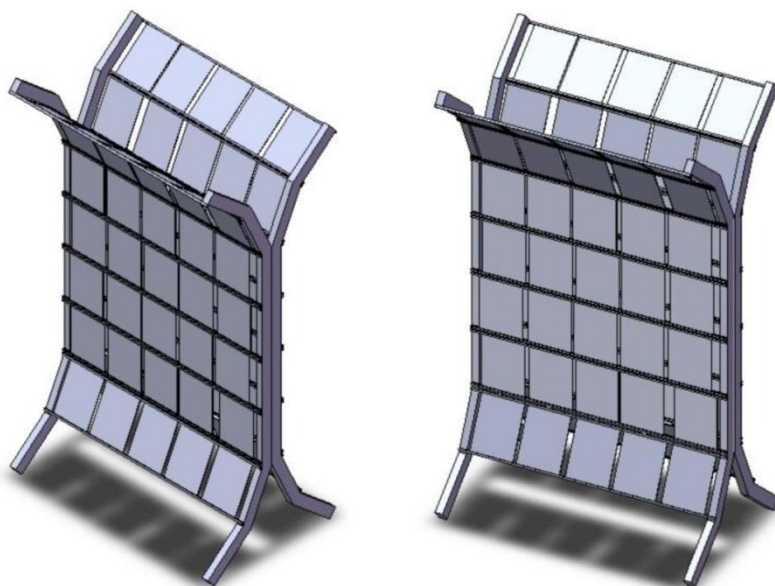
Desde este momento nos referiremos a la biblioteca de materiales como **Materioteca**.

La forma base de la solución general modelada en Solid Works se observa en la imagen 59.

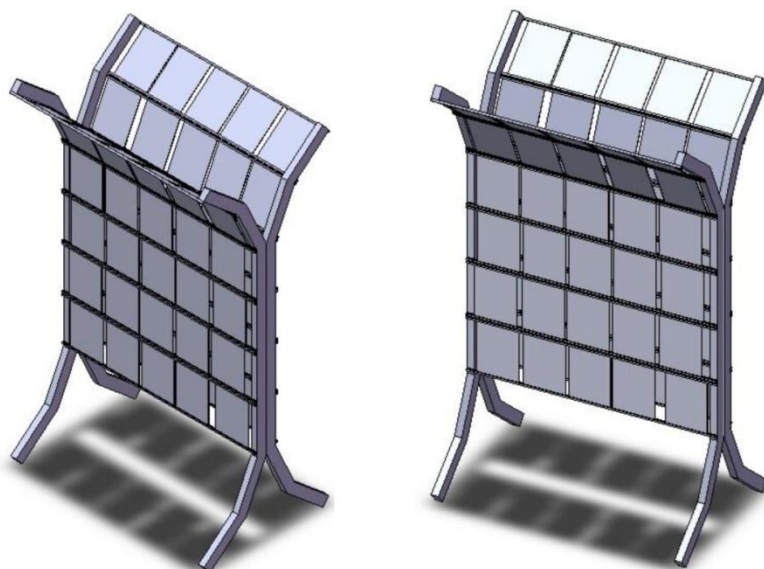
Cada módulo está compuesto por 4 perfiles laterales que constituyen el soporte de la estructura, que a su vez se unen por medio de rieles, donde estarán ubicadas las fichas con las muestras de material.



En la figura 60 se observa el mismo módulo, donde se puede observar que los rieles pueden ser retirados o añadidos de acuerdo con las necesidades del espacio, para ubicar mayor o menor número de muestras.



**Imagen 59.** Modelación 3D de la propuesta base. Vista Isométrica (izq.) y Vista Trimétrica (der.).



**Imagen 60.** Modelación 3D de la propuesta base con menor cantidad de muestras. Vista Isométrica (izq.) y Vista Trimétrica (der.).

### 2.9.1 Definición de la propuesta

Se define la propuesta para la **Materioteca** como un conjunto de módulos donde se ubican las muestras de materiales con sus respectivas fichas de información. Dispuestos en un lugar dentro de la Universidad Eafit, posiblemente en el tercer piso del nuevo edificio de Ingenierías.

Se propone un módulo que incluye, además de la estantería para la exhibición de las muestras, una mesa y una silla, porque al presentarse la **Materioteca** como un lugar para la inspiración y el diseño, es necesario disponer de un espacio de trabajo para brindarle al usuario la posibilidad de sentarse a diseñar a partir de la información que le ofrece la **Materioteca**.

La **Materioteca** cuenta con un sistema de búsqueda o programa virtual donde el usuario puede consultar previamente qué información puede encontrar en la biblioteca. En esta base de datos el usuario encuentra el material y un código para la ubicación de la muestra física, además de información relevante sobre el material. Se sugiere que dicho sistema de búsqueda sea desarrollado a manera de programa virtual como un trabajo educativo en conjunto con éste por un estudiante de ingeniería de sistemas, donde el aporte de este trabajo de grado incluye la parte gráfica representada en el numeral 2.1.3.

Las muestras físicas están ubicadas sobre una ficha de 14 x 22 cm donde se encuentra el nombre del material, la muestra física de aproximadamente 10x10 cm, una información básica relacionada con sus propiedades físicas, el tipo de acabado que tiene la muestra, lugar donde se puede obtener el material y, en algunos casos, los procesos de producción que se pueden aplicar al material. Igualmente se proporciona información sobre sitios web o una bibliografía de referencia donde encontrar más información acerca del material.

Las muestras dentro de la **Materioteca** están dispuestas de manera que el usuario tenga una visión general de estas por estantería, que a su vez se encuentran clasificadas según sean materiales estructurales o de acabado. De esta manera el usuario podrá hacer comparaciones entre materiales, ya sea por sus propiedades físicas o por sus características estéticas.

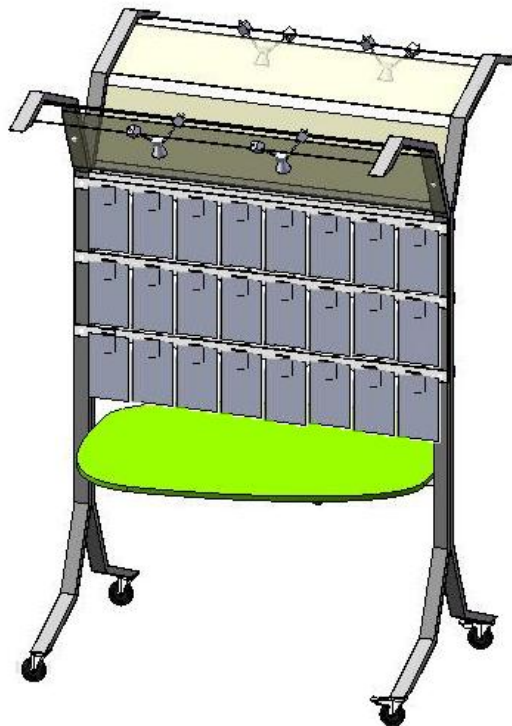
El acceso a las muestras por parte del usuario se hará solo dentro de la **Materioteca** y estas no podrán ser retiradas de las estanterías sin previa autorización, sin embargo, sí será posible que el usuario las toque, obviamente las vea y en determinados casos, si es necesario, las huela.

El espacio de trabajo se encuentra integrado con las estanterías de manera que frente a éste se ubiquen muestras de materiales, puesto que, como se mencionó anteriormente, se pretende que la **Materioteca** sea un lugar tanto de consulta como de inspiración para el diseño; de esta manera al ser el ingeniero de diseño una persona con alta influencia de lo visual, estará influenciado durante el proceso de diseño por los materiales que se encuentran en la **Materioteca**, logrando de esta manera diseños más viables, al considerar desde el inicio materiales de consecución local.

### 2.9.2 Modificaciones de la propuesta final

Respecto a la modelación base se realizaron algunos cambios, los cuales se describirán a continuación:

- El prototipo no se realizará en un riel de aluminio en U, sino que será un tubo de aluminio rectangular de 1 x 2 pulgadas, calibre 18.
- Se ha agregado una superficie de trabajo, la cual consta de una mesa diseñada con proporciones áureas.
- En la propuesta base las fichas eran soportadas por rieles, esto se ha modificado de manera que ahora las fichas tienen una pestaña para quitar y poner en los soportes, los cuales son troquelados con la forma de la pestaña, así la ficha puede ser retirada del módulo.
- Se cambiaron los dos soportes superiores de la propuesta base por dos portadores de información en acrílico.
- Se le añadió a la propuesta final un sistema de archivado para guardar las fichas reemplazadas en la parte inferior de la mesa, la cual será explicada más adelante.
- La propuesta final posee ruedas para su desplazamiento dentro del centro de ingenierías de la Universidad Eafit.
- Se añadió a la propuesta final un sistema de iluminación halógena a cada lado.



**Imagen 61.** Modelación de la propuesta final.

### 2.9.3 Modelación 3D

En la imagen 62 se presenta la propuesta final modelada en el programa Solid Works y renderizada mediante el programa 3ds MAX, para posteriormente realizarle el diseño de detalle.



Imagen 62. Vistas de la propuesta final.



**Imagen 63.** Render de la propuesta final.



**Imagen 64.** Render lateral derecho de la propuesta final.



**Imagen 65.** Render lateral de la propuesta final.

#### 2.9.4 Diseño de detalle

Una vez obtenido el diseño formal de la **Materioteca** y habiendo definido todos los elementos que componen cada uno de los módulos, es necesario definir el diseño de detalle. En este punto se especifican todas las características que poseen cada uno de los elementos que componen la **Materioteca**, como perfiles, rieles, elementos de sujeción, elementos de unión, entre otros.

- **Ruedas:** Se plantea un sistema que permita la movilidad de la estantería dentro del espacio donde estará ubicada la **Materioteca**. Para ello se implementan ruedas con seguro en la parte posterior de los perfiles de cada una de las estanterías.  
Dicha movilidad es necesaria, dado que es posible que la ubicación de la biblioteca varíe con el tiempo o que con las actualizaciones y el aumento de muestras, sea necesario configurar de nuevo la distribución de la **Materioteca** y las ruedas facilitarían dicha reconfiguración.



**Imagen 66.** Zoom de las ruedas delanteras.



**Imagen 67.** Zoom de las ruedas posteriores con freno.

- **Archivador:** Teniendo en cuenta el concepto innovador de la **Materioteca** como centro de inspiración, es necesario considerar la actualización de las muestras como uno de los aspectos más importantes que debe suponer en términos de la exhibición de muestras de



materiales innovadores. Para ello se propone que las muestras sean renovadas cada determinado tiempo de acuerdo con los últimos avances en relación a materiales y que sea posible considerarse en la biblioteca según los criterios de la misma.

Sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio que se puedan presentar, las cuales impedirían en un futuro la adecuación de más estanterías de gran tamaño como las propuestas, se ha diseñado un sistema ubicado en la parte inferior de las mesas de trabajo de las estanterías para que allí sean ubicadas las muestras anteriores que son reemplazadas por las nuevas muestras. De esta manera, las muestras que se pueden clasificar como antiguas podrán ser almacenadas y pueden seguir siendo consultadas.

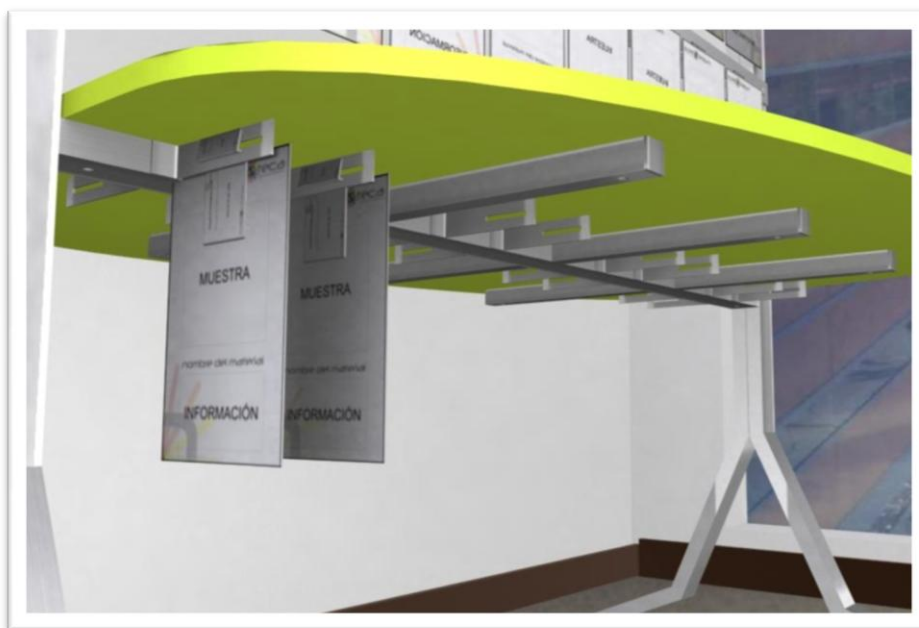


Imagen 68. Zoom de los archivadores.

- **Mesa:** Como se mencionó anteriormente el concepto de la **Materioteca** como centro de inspiración debe considerar un espacio de trabajo para el usuario, de manera que este pueda realizar diseños dentro de la Materioteca teniendo a su disposición las muestras de materiales como fuente de inspiración para el diseño, así como fuente de consulta de propiedades y cualidades que se quieran otorgar al producto. Se plantea entonces una superficie de trabajo de 120 cm de largo por 50 cm de ancho, donde sea posible la ubicación de un computador o la ubicación del usuario con material para el diseño, como lápices, hojas, marcadores, entre otros.





**Imagen 69.** Zoom de la mesa.

- **Soportes para las Fichas:** La ubicación de las fichas que contienen las muestras de materiales, tienen como principal requerimiento la facilidad de ensamblaje, para que la actualización de la información pueda realizarse de manera hábil por parte de quien realice la tarea. Para ello se diseñó un sistema de pestañas en la parte trasera de las fichas que encajan en una lámina perforada ubicada en el módulo de la **Materioteca**. De esta manera no se requieren sistemas de sujeción adicionales que dificultarían la tarea de la actualización, así como la posibilidad de retirar la muestra de las estanterías en casos especiales.



**Imagen 70.** Zoom de los soportes.

- **Información y señalización:** Siendo la **Materioteca** un lugar de consulta, para cualquier usuario, se presenta la necesidad de brindarle a éste una información básica sobre el uso de la **Materioteca**, de cómo consultar en ella, de la información que encontrará, así como unas normas básicas para su buen uso. Es por esto que la **Materioteca** cuenta con una serie de sistemas de información y señalización que están acordes con el diseño grafico, para darle una unidad al producto; ubicados sobre los laterales de la estantería así como en la parte superior. Los sistemas de señalización estan ubicados por fuera de las estanterías. También seguirán el concepto modular de la **Materioteca** de manera que puedan ser intercambiados si se requiere.



**Imagen 71.** Zoom de la información y la señalización.



**Imagen 72.** Zoom de la información y señalización desde el frente.

- Iluminación:** Dado que las muestras dentro de la **Materioteca** serán consideradas como una exposición permanente de materiales, para un usuario espectador que busca la inspiración y la información por medio de dicha exposición, es necesario que las muestras cuenten con un buen sistema de iluminación que permita al usuario una perfecta observación de las mismas.  
 Se propone entonces un sistema de iluminación de dos luces halógenas de 12 voltios cada una con dos grados de libertad, de manera que sea posible su direccionamiento sobre las muestras expuestas e integradas a la estantería por medio de guayas, lo que permite un sistema más liviano.



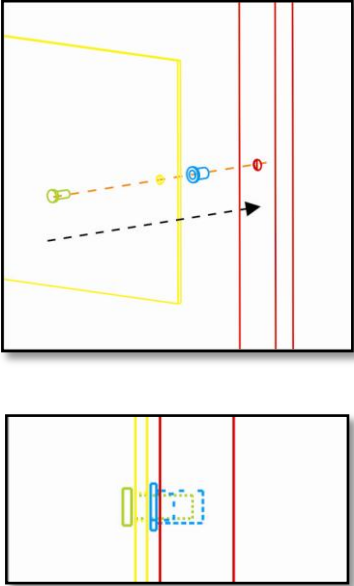
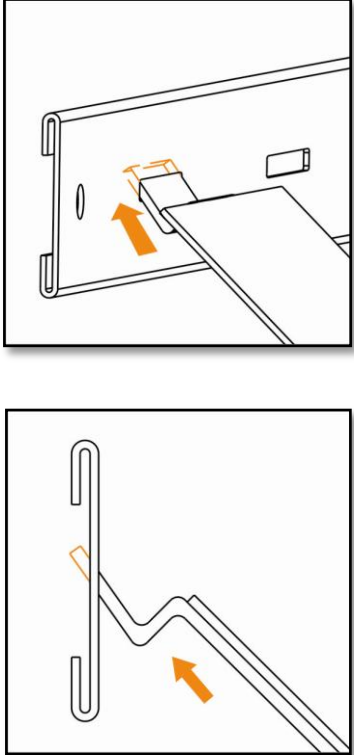
**Imagen 73.** Zoom de la iluminación.

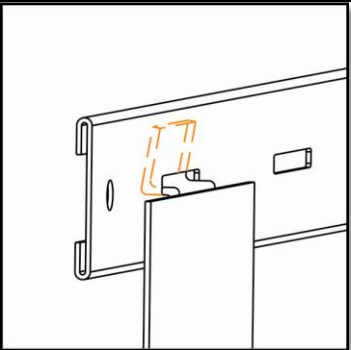
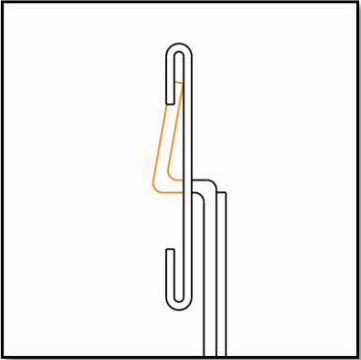
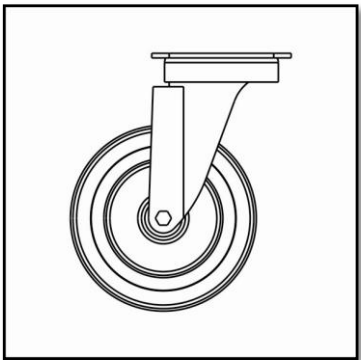
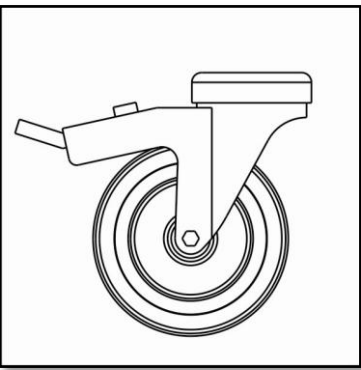
- **Laterales:** Los soportes laterales de las estanterías han sido inspirados según el referente en la panta del maíz; estos laterales son los que soportan toda la estructura y a ellos están fijos todos los elementos que componen la totalidad de la estantería.

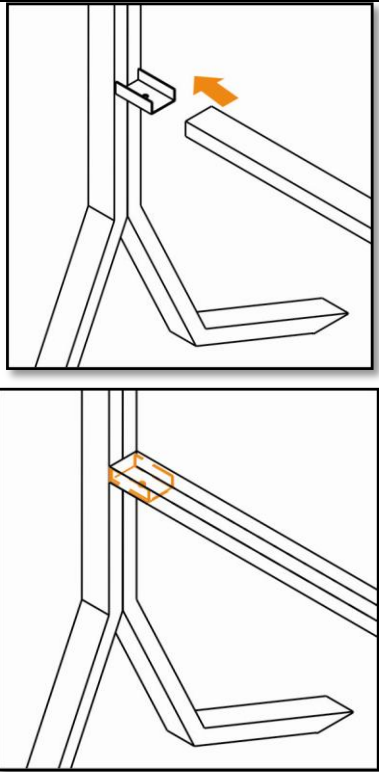
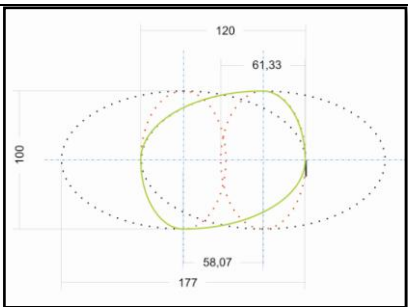


**Imagen 74.** Zoom de los laterales.

En la tabla 11 se presentan los detalles más relevantes del diseño. Los planos técnicos de la **Materioteca** pueden apreciarse en el Anexo 4.

DETALLE	PIEZAS INVOLUCRADAS	IMAGEN DEL DETALLE
<b>ELEMENTOS DE SUJECIÓN.</b>	<p>Tuerca remachable y tornillo.</p> <p>Para todas las uniones entre piezas se utilizará este sistema de sujeción en el cual la tuerca está remachada a una de las piezas, por lo general al perfil rectangular.</p>	
<b>SUJECIÓN DE LA FICHA AL SOPORTE DE FICHAS.</b>	<p>Soporte troquelado de las fichas y fichas.</p> <p>La ficha posee una pestaña que se inserta manualmente en una lámina troquelada que la soporta.</p>	

		 
<b>RUEDA LIBRE.</b>	<p>2 Ruedas libres, tornillos, tuercas y tubo rectangular lateral.</p> <p>La rueda utilizada es estándar de 80 milímetros de diámetro, que se sujeta al perfil rectangular por medio de tornillos de lámina.</p>	
<b>RUEDA CON FRENO.</b>	<p>2 Ruedas con frenos, tornillos, tuercas y tubo rectangular lateral.</p> <p>La rueda utilizada es estándar de 80 milímetros de diámetro con un freno de pie para inmovilizar el mueble, que se sujeta al perfil rectangular por medio de tornillos.</p>	

<p><b>ENSAMBLE DEL BUJE AL TRAVESAÑO.</b></p>	<p>Laterales, travesaño, tuerca remachable, tornillo.</p> <p>Se ensambla el travesaño a cada buje soldado a los tubos rectangulares laterales por medio de tuercas remachables y tornillos.</p>	
<p><b>PLANO DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO</b></p>	<p>La forma de la mesa está compuesta por una serie de elipses áureas que uniéndose determinan una nueva superficie que también posee proporciones áureas.</p>	

**Tabla 11.** Tabla de Diseño de Detalles.

## 2.10 PRUEBAS DE USUARIO

Las pruebas de usuario que se realizaron sobre el prototipo final de la **Materioteca** y su propósito es el de verificar las relaciones antropométricas entre el usuario y el producto. Su objetivo es identificar posibles irregularidades que se deban corregir, debido a incomodidad del usuario con el producto o a posibles problemas de ergonomía.

Además de las pruebas antropométricas, se realizaron pruebas de funcionamiento de la **Materioteca**, en la cual se ubicó un usuario en la biblioteca para que este hiciera uso de ella. El objetivo de la prueba es, por medio de una entrevista posterior a la experiencia, verificar si la

**Materioteca** sirve o no sirve como una herramienta que mejora y facilita el proceso de diseño de un producto en comparación con los recursos utilizados actualmente en la Universidad Eafit.

### **2.10.1 Pruebas de ergonomía**

Para las pruebas se requerirá la ayuda de 6 usuarios: 3 hombres y 3 mujeres caracterizados de la siguiente manera:

- 1 Hombre y 1 Mujer de estatura promedio de acuerdo con la información ergonómica presentada en el capítulo 2.
- 1 Hombre y 1 Mujer de estatura por encima del promedio de acuerdo con la información ergonómica presentada en el capítulo 2.
- 1 Hombre y 1 Mujer de estatura por debajo del promedio de acuerdo con la información ergonómica presentada en el capítulo 2.

1. Relación del Usuario con la Materioteca en posición de pie.

Se ubica el usuario frente al módulo para establecer cómo es su relación de tamaño respecto a éste. Se le pide que interactúe con el módulo y la información que éste le proporciona. Por medio de fotografías tomadas de frente y de perfil se realizan medidas para verificar que estén dentro del rango de la información presentada en el capítulo 2. Además se le pregunta al usuario su nivel de comodidad física respecto al producto.

2. Relación del Usuario con la Materioteca cuando se encuentra sentado.

Se ubica el usuario en el espacio de trabajo del módulo para establecer cómo es su relación de tamaño respecto a éste. Se le pide que interactúe con el módulo y la información que éste le proporciona. Por medio de fotografías tomadas de frente y de perfil se realizan medidas para verificar que estén dentro del rango de la información presentada en el capítulo 2. Además se le pregunta al usuario su nivel de comodidad física respecto al producto.

3. Relación de dos Usuarios con la Materioteca en posición de trabajo (sentados).

Se ubican dos usuarios en el espacio de trabajo del módulo para establecer cómo es su relación de tamaño respecto al módulo y al otro usuario. Se les pide que interactúen con el módulo y la información que éste les proporciona. Por medio de fotografías tomadas de frente y de perfil se realizan medidas para verificar que estén dentro del rango de la información presentada en el capítulo 2. Además se les pregunta a los usuarios su nivel de comodidad física respecto al producto y al otro usuario.





**Imagen 75.** Relación con el usuario en posición de pie observando las muestras.



**Imagen 76.** Relación con el usuario en posición sentado.



**Imagen 77.** Relación con el usuario en posición sentada

### 2.10.2 Prueba de uso

Para la prueba de uso fueron necesarios de dos usuarios, sin estudiantes de la carrera de ingeniería de diseño, que entienden la necesidad de una Materioteca y la importancia de los materiales en el diseño.

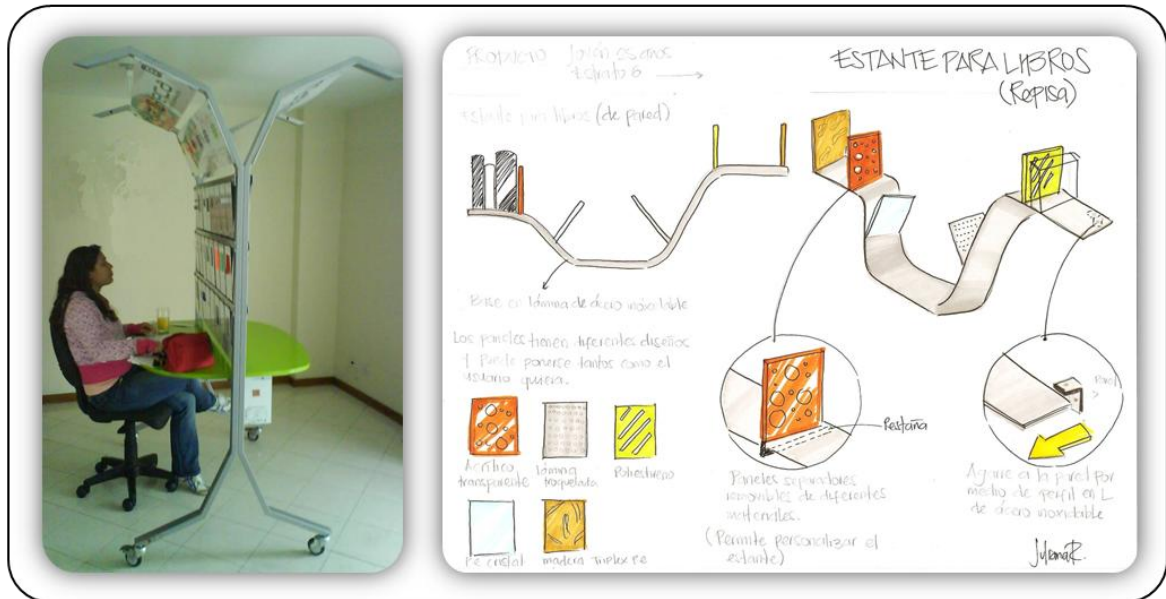
1. Se les entregó a los asistentes un ejercicio de diseño en donde se debía desarrollar un producto; una de las personas debió realizarlo sin ningún elemento de inspiración y la otra lo diseñó en la Materioteca.
2. Se analizaron los resultados según la innovación, creatividad e inspiración.
3. Se realizó una encuesta en donde se evaluó el acceso a la información, la diferencia entre diseñar con la Materioteca y sin ella y la experiencia de uso.

Ejercicio de diseño.

Diseñar un producto de consumo para el siguiente usuario.

Usuario: Joven de 25 años, moderno, de estrato 6, profesional que vive solo, se divierte con sus amigos.

## USUARIO HACIENDO USO DE LA MATERIOTECA



Encuesta para quien diseñó con la Materioteca:

1. Explique el funcionamiento de la Materioteca. La Materioteca permite que el diseñador **SE SIENTE Y OBSERVE LOS MATERIALES QUE OFRECE**. Cada material con su ficha puede retirarse y da información muy importante, como dureza, transparencia, peso... entre otras.
2. Según lo experimentado, ¿le parece fácil el acceso a la información en la Materioteca? Si ☒ No ☐ ¿Por qué? Porque es **MUY VISIBLE, GRAFICO Y EXPLICATIVO**. Además la mesa **PERMITE DIBUJAR MIENTRAS SE OBSERVA**.
3. ¿Cree usted que se le facilita el proceso creativo al diseñar con la Materioteca? Si ☒ No ☐ ¿De qué forma? Da **MÁS OPCIONES A LA HORA DE DISEÑAR**. Cuando uno ve los materiales se le ocurren mas ideas.
4. Según sus experiencias previas al diseñar, ¿cómo describiría su experiencia al diseñar con la Materioteca? Se siente **COMODIDAD**. Es más **FÁCIL** empezar a diseñar teniendo un **PANORAMA DE COLORES Y TEXTURAS**.
5. Al realizar el ejercicio, ¿se le facilita encontrar los materiales que busca? Si ☒ No ☐
6. Cuando estaba realizando el ejercicio, ¿encontró todos los materiales en los que pensó? Si ☒ No ☐
7. ¿Son suficientes las características descritas en las fichas? Si ☒ No ☐ Solo le falta un nivel de precio, por ejemplo. De resto están todas.
8. ¿Entiende fácilmente la simbología encontrada en las fichas? Si ☒ No ☐

9. Después de su experiencia con la Materioteca, ¿recomendaría usted su utilización durante el proceso de diseño? Si ☒ No ☐\_\_\_
10. ¿Tiene alguna recomendación adicional para el proyecto? Que adicionen **MAS MATERIALES EN UN FUTURO.**

## CONCLUSIONES

- Hay especificación de cada uno de los materiales que se utilizaran en el producto.
- El proceso de diseño fue más rápido.
- Hay especificaciones para de ensamble del producto.

Utiliza una gama más amplia de materiales en el diseño.

## USUARIO SIN MATERIOTECA



Encuesta para quien no se encuentra utilizando la Materioteca:

1. ¿Al momento de diseñar tiene en cuenta los materiales como base para el diseño? Si ☒ No ☐\_\_\_
2. ¿Cuáles son sus fuentes de consulta para determinar los materiales a incluir en sus diseños? Libros
3. ¿Encontraría útil una herramienta que le mostrara las opciones de materiales y sus características al momento de diseñar? Si ☒ No ☐\_\_\_ ¿Por qué? Es muy **ÚTIL** tener **LA**

**POSIBILIDAD DE VER DIFERENTES MATERIALES PARA DISEÑAR** productos mas innovadores.

4. ¿Cree usted que el resultado de este ejercicio habría sido diferente si hubiera tenido a disposición información sobre los diferentes tipos de materiales existentes en la ciudad? Si  
X No\_\_\_

#### **CONCLUSIONES**

- No hay especificación de materiales.
- Hubo más demora en el inicio del proceso de diseño.
- No es claro el ensamble entre las diferentes partes.
- Es evidente el uso de materiales que recordó más rápidamente.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo con la investigación realizada previamente, la **Materioteca** que se propone es un proyecto innovador, al no encontrarse en ninguna Universidad o Centro de Estudios de la ciudad o del país una propuesta similar que brinde al estudiante de diseño y/o carreras afines, información de materiales relacionada con sus respectivas muestras; Convirtiendo el proyecto en un potencial valor agregado para la Universidad Eafit y para sus profesionales egresados.
- La **Materioteca** constituye una herramienta pedagógica del programa de Ingeniería de Diseño, con la cual el estudiante refuerza los conocimientos adquiridos en la academia, desarrollando en él competencias que sólo la experiencia puede proporcionar, mediante el desarrollo de aptitudes en el criterio de selección de materiales para el diseño de productos.
- La **Materioteca** presenta para la universidad Eafit y para el programa de Ingeniería de Diseño de producto, una propuesta de valor que refuerza su proceso de mejoramiento continuo basados en la actualización curricular, que busca hacer énfasis en el aprendizaje del alumno y no en la enseñanza del docente; contribuyendo a la formación del alumno a través de la experiencia, al presentarle retos en la selección adecuada de materiales para sus proyectos con la ayuda de la **Materioteca** y llevando al estudiante a aplicar la teoría en la práctica, que es la que finalmente dará la experiencia al estudiante y lo diferenciará competentemente en el medio profesional.
- La **Materioteca** reúne características de diferentes bibliotecas de materiales existentes en el mundo, de acuerdo con los requerimientos del ingeniero de diseño de la universidad Eafit. Entre ellas se pueden mencionar algunas, como son: el considerar la exhibición de las muestras como una exposición en constante actualización, tener en cuenta que para el usuario es importante tener la muestra a su alcance, tener un espacio de trabajo que brinde la oportunidad al usuario de utilizar la muestra como fuente de inspiración para sus diseños, tener disponible información referente al lugar donde se puede obtener el material así como sus propiedades más importantes.
- Aunque la **Materioteca** está dirigida en principio para los estudiantes de ingeniería de diseño, ésta sirve como herramienta pedagógica y profesional para otras áreas de la ingeniería que involucran la selección o consideración de materiales en el área del diseño de productos, en áreas de investigación y desarrollo. La **Materioteca** es útil también para

los egresados profesionales porque además de haber sido formados a través de la experiencia en la academia, pueden hacer uso de la biblioteca en su vida profesional.

- El diseño estético y funcional de la **Materioteca**, conformado por elementos inspirados en la naturaleza y componentes con proporciones áureas, se adapta al contexto del nuevo edificio de ingenierías de la Universidad Eafit, donde se propone sea ubicada la biblioteca de materiales.

## BIBLIOGRAFIA

- CROSS, N. *Metodos de Diseño*. Mexico: Limusa Wiley. 2001.
- PAHL, G. y BEITZ, W. *Engineering Design*. Londres: The Design Council. 1984.
- ULRICH, K. y EPPINGER, S. *Diseño y Desarrollo de productos*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana. 2004.
- ASHBY, Mike y JOHNSON, Kara. *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Boston: Butterworth-Heinemann. 2002.
- LEFTERI, Chris. *Materials for Inspirational Design*. Suiza: Rotovision. 2006.
- OSENTON, T. (2004). *The Death of Demand: Finding Growth in a Saturated Global Economy*. Financial Times Prentice Hall.
- BRAZILLER, George y HARVARD DESIGN SCHOOL. *Immaterial Ultramaterial, architecture, design and materials*. Nueva York: Toshiko Mori. 2002.
- MATERIAL CONNEXION. *Chaos and order, Materials for a Safer World*. Milan: Material Connexion. 2002
- PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos*. 10 ed. MÉXICO: G. GILI, 2002.
- Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- OSENTON, T. (2004). *The Death of Demand: Finding Growth in a Saturated Global Economy*. Financial Times Prentice Hall.
- RIBA ROMEVA, Carles. *Diseño Concurrente*. Barcelona, España. Ediciones UPC. Abril 2002.

## Internet

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Biblioteca>
- <http://www.dgbiblio.unam.mx/servicios/dgb/publicdgb/bole/fulltext/volIX3/material.html>
- <http://www.fbe.unsw.edu.au/fbeguide/materiallibrary/>
- <http://www.autodesk.es/adsk/servlet/index?siteID=455755&id=6964157>
- <http://www.materialconnexion.com/pa1.asp>
- [http://construction.com/NewsCenter/TechnologyCenter/Headlines/archive/2006/ENR\\_1009b.asp](http://construction.com/NewsCenter/TechnologyCenter/Headlines/archive/2006/ENR_1009b.asp)
- <http://www.tcdc.or.th/materialconnexion.php>
- <http://www.materialconnexion.com/th/page/en/home/index.asp>
- [http://www.designer.com/design\\_news/4781/](http://www.designer.com/design_news/4781/)
- <http://www.materialconnexion.com/consulting.asp>



- [http://www.thameshudson.co.uk/books/Material\\_ConneXion/9780500512449.mxs/26/0/](http://www.thameshudson.co.uk/books/Material_ConneXion/9780500512449.mxs/26/0/)
- <http://www.materialconnexion.com/consulting.asp>
- <http://www.ideo.com/portfolio/re.asp?x=50035>
- <http://www.vaho.ws>
- [www.flickr.com](http://www.flickr.com)
- <http://www.ehlis.es/marcas/ollas.jpg>
- <http://132.248.12.175/espa/biblioteca/>
- [http://construction.com/NewsCenter/TechnologyCenter/Headlines/archive/2006/ENR\\_1009b.asp](http://construction.com/NewsCenter/TechnologyCenter/Headlines/archive/2006/ENR_1009b.asp)
- [www.materia.nl/index.html](http://www.materia.nl/index.html)
- <http://www.materio.com/>
- <http://www.materialconnexion.com/success.asp>
- <http://www.materialconnexion.com/nike.asp>
- <http://www.cappellini.it>
- <http://www.system180.de>
- <http://www.cassina.it>
- <http://www.materialconnexion.com/target.asp>
- <http://www.materialconnexion.com/aveda.asp>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Biblioteca>
- <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Ingenieria/Pregrados/IngenieriaDiseno/Index.htm>
- <http://www.shutterstock.com>
- <http://www.abstracta.com>
- <http://www.vitsoe.com>
- <http://www.zanotta.it>
- [http://www.elprisma.com/apuntes/mercadeo\\_y\\_publicidad/posicionamientofundamentos/](http://www.elprisma.com/apuntes/mercadeo_y_publicidad/posicionamientofundamentos/)
- <http://146.83.190.52/docpublic/ApuntesCC/Ciencia%20Materiales%20II/presentaciones/clase%201.pdf>